
INRA mensuel
Problématique et lignes de force de la politique générale de l'INRA.
Le gel en agriculture.
Les bactéries glaçogènes.
Le blé : recherches et innovations.
Les métiers de l'INRA : à Thonon-les-bains.
Nouveaux statuts : structures et personnel.
N° 53 Décembre 1990
ISSN 1151-1653

SOMMAIRE N° 53

Illustration de couverture : Blé dur Durelle. Photo : Christian Slagmulder.

Directeur de la publication : Marie-Françoise Chevallier-Le Guyader
Responsable de l'INRA Mensuel à la DIC : Denise Grail / P.A.O. : Pascale Inzérillo / Marie-Ange Litadier-Dossou
Comité de rédaction : Michèle Troizier (Productions végétales) / Yves Roger-Machart (Productions animales)
Pierre Cruiziat, Agnès Hubert (Milieu physique) / Christiane Grignon, Hélène Rivkine (Sciences sociales)
Pascaline Garnot (Industries agro-alimentaires) / Isabelle Bordier-Ligonnière (Relations internationales)
Muriel Brossard (Relations industrielles et valorisation) / Brigitte Cauvin (Service de presse)
Anny-Claude Derouen (Service du personnel) / Frédérique Concord (Service juridique)
Daniel Renou (Schéma directeur) / Noureddine Babès (Agence comptable) / Jean-Claude Druart
Jacqueline Nioré (Photothèque INRA)
INRA,
Direction de l'information et de la communication (DIC), 147, rue de l'Université, 75341 Paris Cedex 07. Tél : (1) 42 75 90 00.
Maquette : Philippe Dubois - Benoit de La Rochefordière - Éditions Chourgnoz / Imprimeur : AGIC IMPRIMERIE
Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP

Problématique et lignes de force de la politique générale de l'INRA

L'évolution de la recherche et de la société

Le temps où la société "consommait" aveuglément les produits de la recherche est révolu. Cette dernière est invitée à corriger les effets pervers du progrès scientifique et technique, et sans pour autant renoncer à la croissance, à privilégier la production de biens et de services garantis "francs et marchands". Les exigences de qualité, d'inocuité, de respect de l'environnement doivent être conjuguées à celles de productivité, et posent évidemment problème à la recherche, plus habituée à innover sans esprit de calcul qu'à se comporter en entreprise garantissant le service après vente. Elle se voit contrainte d'intégrer à la réalisation de tout objet et à la résolution de tout problème des paramètres faisant appel à des compétences étrangères à ceux qui sont censés réaliser de telles opérations.

Une société plus exigeante envers la recherche.

Dans le même temps, les sciences et techniques sur lesquelles se fonde la recherche subissent une évolution rapide, et souvent mutationnelle. Au fur et à mesure que croît la sphère de la connaissance, flottant sur "l'océan d'inconnu" de Pascal, les sciences qui se la partagent sont tenues de couvrir un plus large terrain et diversifient leurs activités sous forme de disciplines si spécialisées qu'elles deviennent étrangères les unes aux autres. Dans ces conditions, les synthèses de savoir et de savoir-faire débouchant sur les applications pratiques deviennent plus aléatoires, les spécialistes constituant de véritables "ethnies" plus préoccupées de porter la connaissance de leur domaine à son plus haut degré qu'à l'associer à d'autres connaissances.

Sciences et techniques de plus en plus spécialisées.

Dans le domaine des sciences de la vie dont relève notre Institut, des disciplines différentes couvrent l'étude de tous les niveaux de l'organisation biologique, du gène à l'organisme entier et à ses écosystèmes, mais ces disciplines ne s'interpénètrent pas encore comme elles devraient pour que toute avancée de l'un profite aux autres. En particulier la biologie saisie à son "émergence", c'est-à-dire aux niveaux moléculaire et cellulaire à présent explorés, n'est encore qu'imparfaitement intégrée à l'organisation aux niveaux supérieurs et finalement aux organismes entiers.

Des gènes aux écosystèmes.

Par ailleurs, le développement de la "nouvelle biologie" est tel qu'il impose à tous ses acteurs des changements d'échelle au niveau des effectifs réunis autour d'un même objectif et exige des moyens de plus en plus "lourds" et donc onéreux, difficiles à maîtriser sans les compétences appropriées, souvent hors du champ de formation des acteurs en question. D'autres sciences ont connu naguère cette mutation et l'ont assimilée suivant des changements de mentalités et de méthodes dont il faudrait s'inspirer pour faire face aux situations nouvelles.

Une nouvelle biologie qui exige d'autres effectifs et moyens.

Dans l'état de choses actuel, les "percées" les plus spectaculaires ont des difficultés à diffuser dans leur sphère d'utilisation logique, et c'est ainsi qu'un établissement de recherches, peut avoir une réputation flatteuse au plan académique et décevoir sous l'angle du service public ; c'est ainsi encore que les firmes industrielles multinationales qui se dotent de corps de recherche conçus pour cheminer du concept au produit opposent la recherche à visée lucrative à la recherche "désintéressée" qui se voit par ailleurs parfois contestée sur son propre terrain. À l'opposé, les entreprises par trop démunies de moyens et de traditions de recherche peuvent ne pas être aptes à assimiler les nouvelles percées et à les transformer en innovations au moment même où ces dernières constituent un nécessaire atout pour tenir et conquérir des marchés.

Difficile de cheminer du concept au produit.

La recherche publique est ainsi confrontée à de difficiles problèmes sur la résolution desquels repose sa crédibilité auprès des pouvoirs publics, des professionnels et de l'opinion. Elle ne peut relever ces défis sans réviser ses stratégies et par conséquent ses structures mentales, organisationnelles, et ses modes de fonctionnement, notamment dans le domaine des sciences et techniques biologiques, caractérisé par une activité foisonnante, aussi diversifiée que le vivant et ses applications. La "révolution bio-industrielle" annoncée depuis plusieurs années pour dans quelques années devra, pour se manifester, passer par ces révisions qu'il est temps de mettre en route, sachant combien il faut de détermination et de délais pour réformer en profondeur les systèmes de pensée et d'action en vigueur, pour orienter le cours des choses dans le sens voulu par la société.

Des défis à la recherche publique.

L'évolution de l'INRA

A priori, l'INRA est bien placé pour relever les défis qui viennent d'être évoqués en vertu d'une longue tradition de **recherches au service de l'agriculture et de l'alimentation**, aujourd'hui inséparables **de l'environnement de l'homme**, et qui a dû de ce fait réunir un éventail de compétences et de métiers qui permettent d'aller du laboratoire au terrain, du concept à l'ingénierie puis à l'objet. Cette organisation a fait ses preuves, mais l'évolution des sciences et techniques qui sous-tendent les domaines socio-économiques précités, et notamment la disparition progressive de l'empirisme originel, menacent parfois les liens qui unissaient traditionnellement des individus et des équipes de spécialités connexes. L'aspiration vers l'amont de la connaissance peut également éloigner les agents devenus concepteurs de ceux qui s'affirment comme des réalisateurs, sans parler des utilisateurs potentiels coupés de la recherche. Tous nos collègues ont réalisé ce danger, qui tentent tant bien que mal de réunir des compétences diverses autour de sujets, même ponctuels, en s'exposant parfois à des déficiences qualitatives et quantitatives. Par ailleurs, ces groupes sont menacés d'isolement dans leur propre institut, caractérisé par une sectorisation scientifique et une dispersion géographique qui n'ont d'égales que la diversité des missions et des activités qui lui sont assignées. Cette situation n'est évidemment pas propre à l'Institut mais est susceptible de contrarier sa capacité de réponse et l'efficacité de cette dernière, dans la mesure où il doit fournir des réponses complètes à des problèmes complexes quel qu'en soit l'objet.

L'INRA doit donc nécessairement évoluer, et il appartient à la direction générale de conduire cette évolution, par la voie d'une large concertation, déjà engagée avec "l'INRA Réactualisé", analyse critique préludant à l'élaboration d'un "projet d'établissement" emportant l'adhésion la plus large possible en tenant compte des aspirations des agents. Ces aspirations visent en particulier une déconcentration des prises de décision scientifiques et administratives par une redistribution appropriée des prérogatives, et devrait s'accompagner d'une simplification de l'organisation hiérarchique et de son fonctionnement.

La conjoncture et la prospective rappelées plus haut exigeront en outre une concentration des moyens matériels et des ressources humaines autour d'objectifs précis, et sans doute à terme une plus grande spécialisation de nos centres, voire l'association de certains d'entre eux en "réseaux".

Sans être une règle absolue, l'interdisciplinarité devrait être favorisée par tous les moyens. Le lancement laborieux des programmes Agrotech et Agrobio - qui soit dit en passant bénéficient d'une image extérieure flatteuse et sans doute surévaluée - répondait au souci de couvrir les domaines de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation de l'homme, en décloisonnant les secteurs, départements et disciplines scientifiques de l'Institut. Il importe à présent de donner un meilleur contenu à ces programmes, ce qui devrait être l'oeuvre des départements, en prise directe avec leurs équipes et laboratoires, en concertation avec d'autres départements et les directions scientifiques. Tout en définissant des projets concrets à l'intérieur de ces programmes, les acteurs de la recherche devraient privilégier le moyen et le long termes, garants de travaux en profondeur où la part de cognitif n'est pas sacrifiée à des résultats immédiats qui, souvent, tuent les germes d'innovations futures.

La direction de l'INRA saura, j'en suis sûr, conduire l'évolution interne de l'Institut avec la détermination et le doigté nécessaires, et placera l'Institut et ses agents dans les positions les plus favorables à **une recherche d'excellence et dûment finalisée**. L'évolution interne est une condition nécessaire à la réalisation de cet objectif, mais elle n'est sans doute pas suffisante. Il faut y ajouter l'ouverture, et plus précisément le renforcement des liens de l'Institut avec ses partenaires naturels, en France, en Europe et dans le monde.

L'**ouverture** est d'abord une question d'état d'esprit individuel et collectif qui vise à associer ses travaux à ceux des autres, à transférer les connaissances, à participer à la vie de la communauté scientifique dans son acceptation la plus large. Une fois cet état d'esprit acquis, et il l'est depuis toujours à l'INRA, il faut se doter des moyens de le mettre en oeuvre, ce qui est chose faite en ce qui concerne **les régions**, où nous sommes généralement bien implantés et toujours très bien perçus. Ces régions manifestent de légitimes ambitions en matière de recherche, et les professionnels s'appuient volontiers sur l'INRA pour résoudre leurs pro-

blèmes. Il faut bien entendu jouer le jeu, mais ne jamais s'isoler du réseau national que constituent nos centres, et veiller au risque de dérive "régionaliste" qui pourrait exposer notre Institut à se transformer en une simple agence de moyens. Les centres de l'INRA doivent au contraire inciter leurs partenaires (élus, agriculteurs et industriels) à inscrire leur politique et notre coopération dans le cadre d'un environnement élargi au plan international.

Page suivante : INRA centre d'Antibes.
Photo : Philippe Dubois.

L'ouverture **en direction de l'Europe** nous est commandée par la politique communautaire de recherche, source de moyens non négligeables et occasion de fructueuses coopérations. Nous avons énormément de progrès à faire dans ce domaine, en portant un maximum d'équipes au niveau scientifique requis, et en les aidant à monter, à présenter leurs projets puis à gérer au mieux leurs contrats. Il nous faut être présents et actifs à Bruxelles, et nos équipes doivent être conscientes de ce que peuvent apporter les coopérations européennes à la région dans laquelle elles se trouvent, en la faisant découvrir par des partenaires potentiels qui pourront attirer l'attention de compatriotes professionnels sur le potentiel de la région concernée.

L'ouverture concerne également le renforcement de la coopération avec **les structures de l'ANDA, de l'ACTIA et de l'ACTA**, pour améliorer le transfert de nos travaux en termes technologiques vers le développement, par une meilleure cohérence et synergie avec ces structures. Une estime et une confiance réciproques accrues permettraient aux uns de transférer certains travaux à plus qualifiés qu'eux, et éviter chez ces derniers la tentation d'aller en pure perte trop en amont de leurs compétences.

On devrait aussi favoriser **les relations avec le monde agricole**, dont l'INRA fut longtemps l'interlocuteur sinon unique, du moins privilégié en matière de conseil, de soutien technique et moral, mais qui a été progressivement sensibilisé à la "pédagogie" intéressée de ses fournisseurs. Le monde agricole est ainsi très au fait du progrès technique mais ne dispose pas toujours des informations nécessaires à l'évaluation de ses différents impacts. L'INRA peut sans doute combler cette lacune par une "présence" accrue à tous les niveaux auprès des organisations professionnelles avec lesquelles il doit oeuvrer sur les court, moyen et long termes.

L'ouverture devrait également s'accentuer **en direction des établissements de recherches** concernés par les sciences de la vie, qui offrent et auxquels nous pouvons offrir les compétences supplémentaires et complémentaires aujourd'hui nécessaires aux réponses complètes que doit apporter le service public à des problèmes de société constituant une préoccupation quotidienne des gens. On peut ainsi envisager des recherches associatives programmées à l'initiative de tel ou tel établissement, et conduites selon des formules simples et efficaces que nos statuts communs permettent de mettre en oeuvre. À titre indicatif, on peut citer l'opération "Nutrition-Santé" en cours de montage entre l'INSERM et l'INRA comme un exemple précurseur de recherches associant différents organismes sur des objectifs précis dont la poursuite dépasse les moyens et les compétences de chaque établissement. L'étude du génome, mais aussi des thèmes liés à l'environnement, pourraient relever de ce type de coopération, à laquelle les pouvoirs publics attachent une grande importance, et qui constitue pour les sciences et les techniques du vivant l'occasion d'affirmer une unité au plan national, tout en respectant la diversité des établissements, si nécessaire devant le caractère diffusant de ces sciences et techniques.

L'ouverture **en direction de l'Éducation Nationale** est une autre nécessité, et le principe d'une politique contractuelle Université-INRA vient d'être arrêté et devrait se concrétiser dans les mois à venir. On peut en attendre la constitution d'unités de recherche associées, d'actions thématiques programmées, et une reconnaissance officielle de l'apport de l'INRA à l'enseignement et aux études doctorales, avec les droits, prérogatives et devoirs qu'elle implique. Notre Institut deviendra ainsi un partenaire à part entière des Universités, au même titre que le CNRS. Simultanément, un effort de promotion des travaux et des individus devrait être opéré en direction des institutions académiques qui consacrent les réputations en rehaussant ainsi l'éclat de l'établissement d'appartenance et son image médiatique. Cette dernière doit être cultivée par un système de communication externe dynamique, donnant à chaque occasion le point de vue de l'INRA sur les problèmes de son ressort qui font l'actualité, sous forme de communications synthétiques accessibles aux professionnels comme au grand public.





Toujours dans le cadre de l'ouverture, l'Institut ne peut demeurer indifférent aux initiatives visant à améliorer la qualité des **enseignements supérieurs agricoles**, notamment en apportant tout son appui à l'émergence de complexes enseignement-recherche-développement. Il a tout à gagner en s'engageant résolument dans le projet d'Institut des Sciences et Techniques du Vivant (ISTV), facteur de désenclavement et d'élévation du niveau de l'enseignement et des études doctorales. Cette opportunité vaudra bien quelques sacrifices éventuels, et la "réponse" de certains centres aux candidatures actuelles prouve d'ailleurs l'intérêt porté par beaucoup de nos collègues à ce projet.

L'ouverture peut enfin s'adresser à des **laboratoires européens**. Elle s'opère naturellement dans le cadre de la politique de recherche communautaire, mais pourrait également impliquer des relations bilatérales contractuelles hors des programmes communautaires. L'association de l'un de nos laboratoires de Versailles au réputé laboratoire de biologie végétale de M. Van Montagu à Gand, soutenue financièrement par le MRT, devrait préfigurer d'autres actions internationales. Ces dernières favoriseraient **les échanges de chercheurs et d'ingénieurs**, échanges que l'on devrait par ailleurs développer à l'échelle mondiale par une politique de postes d'accueil de chercheurs étrangers plus systématique, plus ambitieuse et raisonnée que celle qui a été pratiquée jusqu'ici. Tout en poursuivant ce type d'échanges à un rythme soutenu avec le monde Anglo-Saxon, n'oublions pas que le soleil se lève à l'est et que le développement de la recherche en Extrême-Orient peut favoriser l'émergence d'une "technopolitique" qui, à terme, pourrait conduire à de nouveaux grands équilibres mondiaux auxquels notre pays devra pouvoir participer. Telle pourrait être l'ébauche d'**une stratégie internationale** fondée sur le réalisme de l'ordre scientifique mondial et sur la juste appréciation de nos moyens et besoins.

Enfin, nos **relations avec les socio-professionnels** doivent être dominées par le souci de préserver nos intérêts nationaux, éventuellement par des recherches associatives centrées sur des objectifs d'intérêt économique avéré, et regroupant des individus, des équipes, au besoin dans la mixité. Ces opérations devraient être basées sur le volontariat et fondées sur des règles claires. Une fois définis les objectifs généraux et l'inventaire des compétences effectué, les coopérations devraient relever d'initiatives de laboratoires, les états-majors se bornant à dégager des moyens et à suivre l'évaluation des opérations.

L'ouverture a plusieurs composantes qui vient d'être suggérée n'aura d'efficacité et ne sera dépourvue d'effets pervers que si elle s'appuie sur une organisation structurelle et des méthodes de travail adaptées à l'environnement auquel s'ouvrira l'Institut. Il faudra donc conduire l'évolution interne en fonction de l'ouverture, et réciproquement, conditions de réussite de l'opération visant à adapter l'Institut au monde qui change. Il va sans dire que l'ouverture, qui ne peut s'opérer qu'avec l'assentiment de tout partenaire potentiel, commande de la part de l'Institut une accessibilité reposant sur la bonne volonté, mais aussi sur sa "lisibilité" par autrui et donc sur la clarté de ses structures, de ses rouages et de ses objectifs, impératif qui nous reporte vers une réorganisation structurelle et fonctionnelle.

Le rôle de nos administratifs devient dans cette optique plus essentiel que jamais. Comme en ce qui concerne les chercheurs, ingénieurs et techniciens, leurs outils se sophistiquent, leurs méthodes de gestion s'affinent, ce qui requiert de leur part un effort d'adaptation continu mais offre des possibilités naguère inconnues. Ces possibilités doivent introduire souplesse et rapidité d'action, ainsi qu'une meilleure insertion de l'administration dans l'effort de recherche dont elle est un partenaire à part entière. Un effort de compréhension mutuelle des acteurs de la recherche et des administratifs dynamiserait grandement notre Institution et contribuerait à son unité. La gestion des ressources humaines - richesse fondamentale de notre Institut - devrait prendre une place prioritaire dans les préoccupations d'ordre administratif, et envisager notamment de véritables "plans de carrière" à l'adresse d'un personnel qui, évolution de la société et de la recherche oblige, devra parfois se reconvertir dans le cours d'une vie.

Telles sont les principales lignes de force qui devraient guider l'activité de l'Institut. En les énonçant, j'ai conscience d'être incomplet, voire superficiel, mais je sais aussi que je m'adresse à des gens avertis de la conjoncture et de la prospective des domaines qu'ils couvrent, ce qui les dispose naturellement à approfondir le discours qu'ils devront traduire en actes, dans

le pur respect de **la spécificité de l'Institut**, qui fait sa force. Il faut en effet préserver l'essence même de cette spécificité, à savoir la "fibre agronomique" acquise chez chacun par vocation, par formation, et qui allie la recherche cognitive à des finalités précises, en évitant l'écueil d'une spécialisation si poussée qu'elle isole des autres, parfois du réel, et peut collectivement déboucher sur une Institution "à plusieurs vitesses".

La politique générale et le projet d'établissement

Toutes les époques sont difficiles et chacune d'elle exige de ceux qui la font et la subissent une adaptation qui contribue à l'évolution du genre humain. L'époque qui s'ouvre ne démentira sûrement pas ce propos et réclamera des efforts et des sacrifices parfois douloureux de la part de ceux qui ont pour mission d'ouvrir les voies de l'avenir avec un discernement faisant apparaître l'inconnu comme logique et presque familier, puis maîtrisable quand il se concrétise. Car tels sont bien les voeux de la société et les possibilités qu'offre aujourd'hui la recherche. Certains jugeront que le dirigisme de la société va à l'encontre de l'éthique et de la philosophie du chercheur, pourtant concerné en tant que citoyen. À ceux-là je répondrai que le privilège que représente pour le chercheur un établissement public **la prise de risques** constitue un moyen de tenir lieu d'aiguillon et non d'outil servile, car elle peut déboucher sur l'imprévisible qui bouscule alors les idées et les plans préconçus.

Cette attitude concerne d'abord l'individu dont on doit **respecter l'originalité**, qui ne s'exprime que dans la liberté de créer en dehors des schémas établis, et qui tôt ou tard inscrit sa contribution dans la progression souhaitée en y apportant toujours un "plus" inespéré.

Préserver l'espace de liberté du chercheur constitue le plus sûr moyen d'éviter son évasion des champs d'application à couvrir, et finalement son désintérêt et sa perte pour la collectivité dont il fait partie. En contrepartie, le chercheur doit réaliser que la société considère aujourd'hui la recherche comme un "produit" qu'elle associe à chaque collectivité de chercheurs au point de la traduire en "image" de cette dernière, pour le meilleur et pour le pire. L'INRA à de ce point de vue la chance d'être identifié comme **l'établissement national au service de l'agriculture et de l'alimentation dans le souci de l'environnement et de la qualité de vie**, et doit donc affirmer cette triple vocation par des contributions spécifiques, tout en plaçant la recherche qui en est à la base sous le signe de l'originalité et de l'excellence.

En résumé, l'INRA devrait veiller à sa richesse en individualités créatives tout en affirmant une grande cohésion, garant de son unité et de sa spécificité, en conjuguant tradition et évolution, dans la transparence et l'efficacité qu'on est en droit d'attendre d'un grand service public. Ces principes devraient logiquement trouver place dans le futur projet d'établissement, dans lequel toutes les catégories d'agents devraient se reconnaître en tirant motivation et fierté d'appartenir à l'Institution la plus considérable d'Europe en matière de recherche agronomique.

Pierre Douzou

Actualités

TRAVAUX ET RECHERCHE

Le lama

Le lama est considéré comme un modèle animal de la famille des camélidés. Les travaux qui sont entrepris à Theix sur le lama ont pour objectif principal de préciser les phénomènes digestifs originaux de cette espèce animale. Dans ce but, des mesures comparatives fines seront effectuées à la fois sur des lamas et sur des moutons.

L'intérêt de telles mesures ressort des travaux que nous avons réalisés en collaboration avec le professeur C. Kayouli (Institut National Agronomique de Tunis), depuis 3 ans, sur des dromadaires et des moutons en Tunisie. Nous avons ainsi pu montrer que la dégradation des aliments réputés peu digestibles (pailles, foin de vesce, grignons d'olives [1]) est environ 30 % supérieure chez le dromadaire comparée à celle du mouton. La différence, en faveur du dromadaire, est d'autant plus importante que l'aliment est peu digestible.

[1] tourteau d'olive.

Les résultats obtenus ont été expliqués par deux mécanismes distincts dont les effets s'ajoutent :

- activité digestive plus grande des microbes responsables de cette digestion ;
- temps de séjour plus long des aliments solides dans la partie du tube digestif qui héberge cette population microbienne.

Ces caractéristiques expliquent que le dromadaire ait pu s'adapter aux conditions d'élevage particulièrement difficiles du désert alors que les autres espèces animales ont du mal à s'y maintenir.

Une meilleure compréhension des phénomènes digestifs chez les camélidés, dont les performances digestives à l'égard de fourrages à teneur élevée en lignine sont remarquables, devrait déboucher à terme sur une meilleure conduite des troupeaux et donc sur une meilleure productivité des animaux. Les retombées économiques pour les pays africains sont évidentes.

Il faut noter que l'idée de développer l'élevage du lama en France, en complément de bovins et d'ovins, fait actuellement son chemin. Une association ALPAGA a été créée et plusieurs essais d'implantation de ces animaux ont été faits dans les Alpes du Sud et les Hautes Alpes. Un programme de recherches est actuellement mené par l'INRA et l'École Nationale d'Agronomie de Montpellier avec René Cordesse pour étudier le comportement de ces animaux en garrigue et pour apprécier leur aptitude à digérer les plantes ligneuses du midi de la France. Le travail à caractère plus fondamental que nous effectuons actuellement à Theix, est réalisé en étroite collaboration avec nos collègues de Montpellier ; il entre dans le cadre d'un programme européen coordonné par le Centre International des Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM).

Enfin, il a été montré que le lama pouvait jouer un rôle important dans le débroussaillement des bois méditerranéens sans nuire au développement des arbres. En effet, celui-ci ne ronge pas l'écorce des arbres et broute les espèces très dures et ligneuses de la garrigue sans trier : ronces, fougères, romarin, genévrier, même le chêne-kermès. Haut sur patte, il débroussaille jusqu'à deux mètres. On peut donc penser que ces animaux pourraient contribuer à préserver les bois des nombreux incendies qui chaque année détruisent des zones importantes de cette région. Par ailleurs, l'Alpaga est une race de lama à la laine très réputée dont chaque animal produit trois kilos par an. Le lama commence également à être utilisé comme compagnon de randonnée par certains éleveurs des Hautes Alpes.

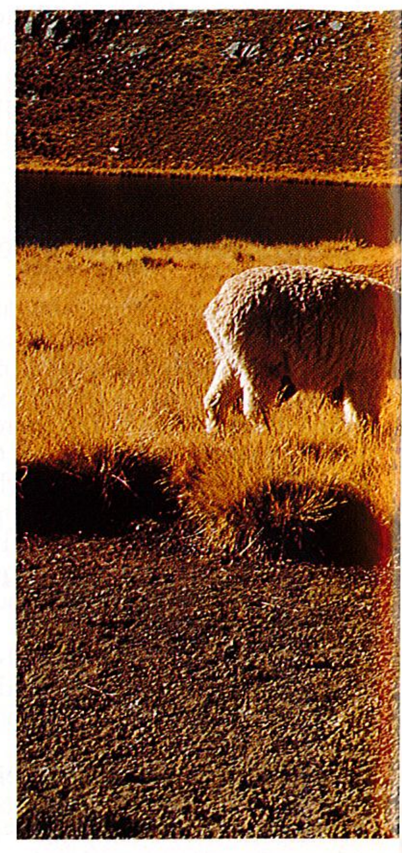
Jean-Pierre Jouany,
Nutrition des herbivores, INRA-Theix

Une nouvelle maladie du blé

Il s'agit d'une maladie à symptômes nanifiants [2].

[2] voir dossier "Le Blé à l'INRA", page 39.

L'INRA, l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages et le Service de la Protection des Végétaux ont récemment fait le point de nos connaissances sur cette nouvelle maladie dans une note commune d'information en date du 24 septembre 1990. (Presse Info INRA n° 143, septembre 1990. D'après les informations de *Jean-Pierre Moreau*, Zoologie, Versailles).

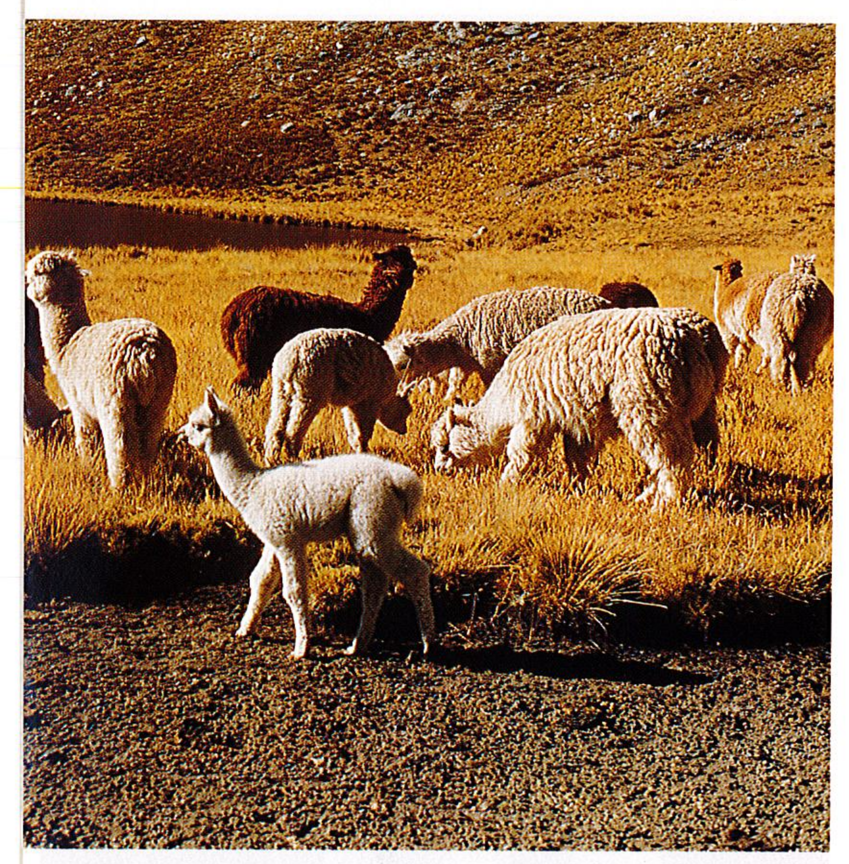


Depuis cette note et d'après des analyses récentes, le virus du nanisme du blé (Wheat Dwarf Virus) serait également en cause. Ce virus est par ailleurs connu dans l'Europe de l'Est, l'Allemagne et l'Europe du Nord.

Intensification de l'agriculture et environnement

Le problème économique de fond des nuisances agricoles tient à l'utilisation, à titre gratuit, du facteur de production "Nature". Les dommages qui résultent de cette utilisation excessive sont subis par la collectivité ; lorsque les coûts sociaux s'avèrent supérieurs aux bénéfices sociaux, apparaît un déséquilibre entre les avantages procurés par l'agriculture et ce qu'il en coûte à la collectivité. La recherche de mécanismes économiques susceptibles de corriger ce déséquilibre est illus-

Jeune alpaga en paturage de haute altitude.
Photo : J. Bourliaud



trée à travers l'étude des productions animales hors-sol et l'analyse de conditions permettant une plus grande extensification.

À partir d'un échantillon, suivi sur cinq ans, de 489 exploitations appartenant au Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA), où la densité d'Unité Gros Bétail (UGB) par hectare est supérieure à 1,5, on constate que la moitié des exploitations ont un excédent supérieur à 100 unités d'azote à l'hectare et que 20 % ont un excédent de 200 unités d'azote. De plus, il apparaît que les 3/4 des agriculteurs environ achètent des engrais en quantité telle qu'il y a un excédent d'azote sur les terres de leur exploitation, compte-tenu des besoins des cultures. Même si l'hypothèse sous-jacente à ce calcul, l'équivalence entre azote provenant des déjections animales et azote minéral, constitue une approximation, cela signifie que l'exploitant pourrait réduire ses achats d'engrais.

Dans ce cas, on voit qu'une taxation des engrais aurait un double effet : elle favoriserait un emploi plus raisonné de l'intrant polluant grâce à une meilleure utilisation des facteurs de production ; elle valoriserait également les déjections animales qui, en cas de surplus sur une exploitation, deviendraient plus "attractives" pour les voisins qui pourraient les accueillir, ou même les acheter.

Dans les systèmes de grande culture, les pollutions proviennent d'un recours trop important à certains intrants, notamment les engrais. La taxation de ces derniers a souvent été jugée inefficace car on a constaté qu'à un accroissement de prix de 10 % correspond une baisse des quantités utilisées de 2 à 3 % seulement. Mais si l'on raisonne à moyen terme, avec une allocation optimale du travail familial, l'effet d'une hausse de 10 % du prix des engrais apparaît déjà plus sensible puisque la baisse des quantités d'engrais utilisés varie entre 4 et 4,4 %. Enfin, des calculs à long terme, avec adaptation du travail familial et de la terre, montrent que cette baisse toujours pour un accroissement du prix de 10 %, atteint 6,3 %. Ainsi, une taxation des engrais, même modérée, est assez efficace et a l'avantage d'être moins coûteuse pour les agriculteurs que la baisse du prix des produits agricoles parfois préconisée. (INRA-Sciences Sociales, n° 5, septembre 1990, 4 p., F. Bonnieux, J.P. Fouet, P. Rainelli, D.Vermersch.).

Applications possibles du clonage en génétique animale [1]

Une bonne valorisation technico-économique du clonage suppose au préalable, d'une part la maîtrise et le développement du transfert d'embryons (27.000 transferts d'embryons bovins sont effectués chaque année en France), d'autre part la possibilité de sexer ces embryons, technique encore à ses débuts. De ce fait, on peut penser que l'espèce bovine sera la première pour laquelle le clonage pourra avoir un impact économique. Les exemples d'applications de cette technique seront ainsi choisis dans cette espèce.

Multiplication d'animaux génétiquement supérieurs pour la diffusion et l'utilisation dans les conditions courantes

Le clonage de cellules d'un organisme adulte étant encore impossible, il s'agit de cloner des embryons dont les parents présentent des caractéristiques exceptionnelles, jugées par leur index de sélection. On pourra, par exemple, cloner les embryons femelles issus de l'accouplement entre une donneuse ayant un index laitier très élevé avec un taureau présentant des caractéristiques similaires.

Le résultat technique d'une telle opération est de rapprocher le niveau génétique moyen des animaux présents chez l'éleveur de celui des meilleurs reproducteurs de la race.

Le bilan économique de l'opération pour l'éleveur qui en supporte toute la charge sera d'autant plus favorable que le prix de revient de la transplantation embryonnaire aura baissé (elle est aujourd'hui dix fois plus chère que l'insémination), et/ou que les clones eux-mêmes pourront être utilisés comme reproducteurs. De plus, le développement de la fécondation *in vitro* y contribuerait en diminuant le prix de revient de la transplantation embryonnaire.

En termes économiques, l'applica-

[1] Voir INRA-Mensuel n° 49-50-51 et 52, rubriques "Travaux et Recherches".

tion la plus délicate du clonage est celle où le clone n'est pas utilisé en reproduction : par exemple, un clone mâle de race bouchère, exceptionnel pour la production de viande, transplanté sur une receveuse de race laitière. Pour ce genre d'application, il est absolument impératif de diminuer le prix de revient de la transplantation embryonnaire car le clone n'a pas de descendance permettant d'augmenter les recettes.

Amélioration de l'efficacité des programmes de sélection

Un bon programme de sélection vise non seulement à "diffuser" les meilleurs reproducteurs chez les éleveurs mais aussi à faire progresser rapidement les meilleurs reproducteurs d'année en année.

Dans le cas des bovins laitiers par exemple, on peut déjà obtenir des progrès conséquents en utilisant la transplantation embryonnaire et le sexage. On augmente de 20 % l'efficacité par rapport aux programmes classiques. Le clonage des embryons femelles issus de l'accouplement entre les meilleures donneuses et les meilleurs taureaux, permettra de connaître avec plus de précision la valeur génétique des donneuses de la génération suivante. Si par exemple, les mères à taureaux étaient évaluées d'après leur performance et celles de quatre vraies jumelles, la précision de leur index égalerait pratiquement celle de taureaux testés sur 50 filles. Dans ce cas, les progrès génétiques annuels pourraient encore augmenter de l'ordre de 15 %.

L'utilisation systématique du clonage peut s'effectuer sans plus entamer la variabilité génétique que dans les conditions actuelles. Dans l'exemple précédent, dans un clone de 5 vaches, seulement une à deux vaches seront effectivement donneuses d'embryons pour procréer la génération suivante. Cette gestion stricte est tout à fait réalisable par les organismes de sélection dans leur forme actuelle, (extrait du JIR, Jouy Info-Recherche, n° 45 du 15/10/1990 et du dossier de presse sur ce sujet du 26/09/1990).

Jean-Jacques Colleau,
INRA Jouy, Station de génétique quantitative et appliquée

Photo : A. Salasca.



Déterminer l'ovulation des vaches, brebis, chèvres, truies...

Un kit de dosage immunoenzymatique (test Elisa) vient d'être élaboré par l'INRA pour prévoir avec précision le moment de l'ovulation chez des espèces d'intérêt agronomique et domestique : bovins, caprins, ovins, porcins, canidés, cervidés, camélidés. Il permet d'améliorer encore les systèmes de maîtrise de la reproduction qui sont actuellement à la disposition des éleveurs.

Il s'agit d'un dosage très sensible de l'hormone lutéinisante, dont on observe un pic de sécrétion quelques heures avant l'ovulation. Le kit est très rustique : la détection est réalisée sur une goutte de sang ou de lait, sans infrastructure particulière. Le test se déroule en 2 heures actuellement et la lecture a lieu 5 minutes plus tard grâce à une réaction colorée stable.

Cette technique n'est pas encore commercialisée ; elle complètera celles de l'insémination artificielle et du transfert d'embryons dont elle augmentera les chances de succès. Une demande de brevet INRA-CNRS protège ces résultats. (Presse Info INRA n° 143, septembre 1990. D'après les informations de *Marie-Christine Maurel,* Physiologie Reproduction, Tours).

ANIMER DIFFUSER PROMOUVOIR

Logiciels

Gare aux pirates !

La fraude informatique dans l'Administration, c'est fini ! Une circulaire du Premier Ministre du 17 octobre 1990 relative à la protection des logiciels vient de nous rappeler que les services publics et les fonctionnaires sont soumis à la Loi ! Non, non... ce n'est même pas une plaisanterie.

Le Journal Officiel du 21 octobre consacre deux pages au rappel des droits des créateurs de logiciels et commence par cet aveu pudique : "devant les difficultés rencontrées par les divers départements ministériels (et établissements publics)... pour appliquer la loi de 1985 relative à la protection des logiciels...", pour indiquer ensuite que le respect des droits des auteurs de logiciels "s'impose en tout premier lieu aux services de l'État".

C'est bien connu, l'Administration manque de moyens et parfois (ici comme ailleurs) on se laissait un peu aller à bidouiller sans autorisation un logiciel propriété d'un tiers, ou encore à le passer à un collègue sympa...

Et bien, c'est terminé ! Un peu plus de cinq ans après la Loi du 31 juillet 1985 qui a étendu aux logiciels la protection par le droit d'auteur, en tant qu'oeuvre de l'esprit, l'Administration se rappelle à ses devoirs.

Il n'est jamais trop tard pour bien faire !

Attention : cette circulaire n'emporte pas amnistie pour les agissements frauduleux des services publics entre 1985 et 1990

Alors gare aux représailles ! On imagine déjà les organismes de défense professionnelle des créateurs de logiciels rôder autour des Facs et des labos... Heureusement, rassurez-vous ! l'INRA adhère depuis plusieurs années à un organisme de protection des programmes, auprès duquel nous déposons nos propres logiciels originaux à la fois pour leur donner une date certaine de création et pour pouvoir ensuite prouver plus aisément s'ils sont contrefaits [1]. Alors, comme cette même association fait ses délices de la poursuite des contre-facteurs, des saisies contre-façons et des actions en justice, cela peut toujours servir d'être du bon côté !

Plus sérieusement, que nous rappelle cette circulaire ?

- Les créations originales de logiciels sont protégées (pour une durée de 25 ans) par le droit d'auteur. La loi de 1985 n'a d'ailleurs fait que consacrer, ce disant, une jurisprudence plus ancienne ! Cette même protection s'étend aux systèmes experts.
- La loi précitée interdit toute copie de logiciel autre que de sauvegarde et tout usage non autorisé par l'auteur.
- Le créateur, ainsi protégé, peut être soit une personne physique, soit si le créateur est salarié et que le logiciel a été créé dans l'exercice de son activité professionnelle, la personne morale qui en est l'employeur. Cette disposition s'applique au secteur public comme au secteur privé.
- L'interdiction de reproduction ne peut être levée que par un accord contractuel. L'absence de protection physique d'un logiciel ne suffit en aucun cas à autoriser sa reproduction. Itou pour la doc. associée.
- Puisque toute utilisation non expressément autorisée par l'auteur est interdite, les contrats doivent prévoir explicitement toute utilisation particulière. À défaut, l'exploitation est illégale.

Le régime contratuel est donc déterminant pour la mise en oeuvre concrète de ces dispositions et dans vos rapports avec les fournisseurs de logiciels. La loi laisse, en effet, beaucoup de possibilités de moduler les situations par la négociation et le contrat. Bien sûr selon que les services de l'INRA soient acquéreurs ou utilisateurs de logiciels propriété d'autrui ou, au contraire, que l'INRA soit propriétaire et décide de le valoriser par une cession ou une licence d'utilisation (donc selon que l'on se trouve, d'un côté de la "barrière" ou de l'autre) on sera tenté de négocier des clauses différentes. Dans la 1ère hypothèse, on tentera d'obtenir des droits d'utilisation plus larges (exemple multisites) ou d'adaptation, de modification... Dans le second cas, on pourra préférer faire jouer dans leur plénitude les restrictions que la loi prévoit pour protéger les créateurs !

Théoriquement, ces situations sont donc à apprécier et négocier au cas par cas.

Hélas, les sociétés d'informatique n'ont pas attendu le législateur pour concocter des contrats-types bien verrouillés et souvent draconiens qui accompagnent la vente ou le droit d'utiliser leurs logiciels ou progiciels.

Il n'est donc pas inutile de rappeler, pour terminer sur une note joyeuse, les sanctions encourues par ceux qui enfreignent le régime de protection légale attaché aux logiciels ou qui ne respectent pas les contrats qu'ils concluent pour avoir accès à certains produits-logiciels.

Ces sanctions ne sont rien moins que pénales. Toute reproduction ou utilisation illicite est, en effet, passible d'emprisonnement (de 3 mois à 2 ans) et/ou d'une amende de 6 000 F à 120 000 F sans compter des réparations civiles éventuelles.

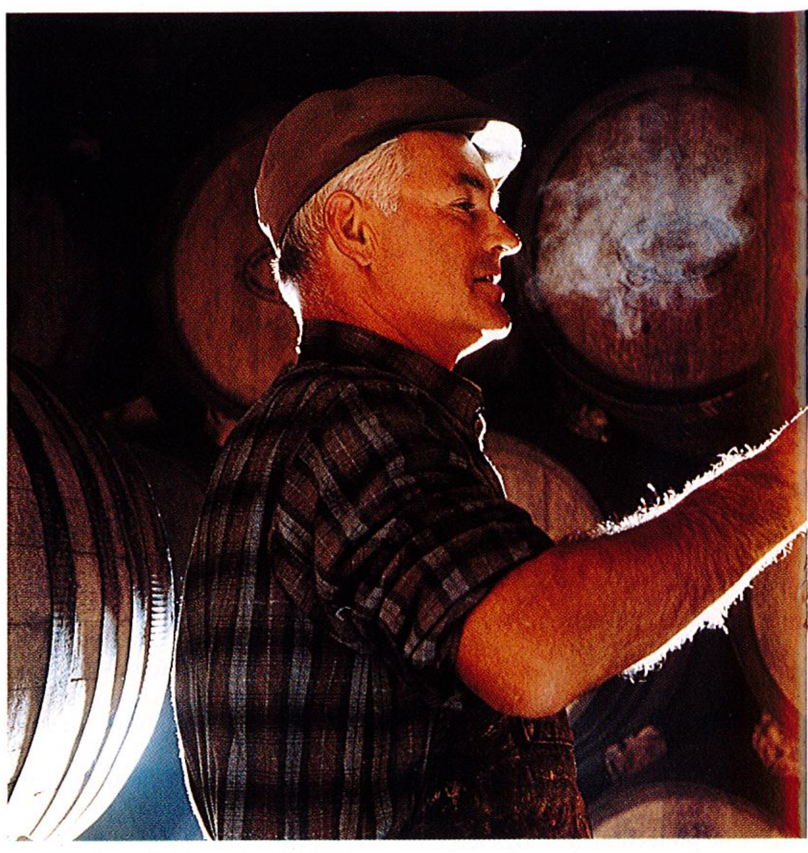
Décidément plein d'humour, notre circulaire nous rappelle le caractère personnel des condamnations pénales. Le fonctionnaire fautif, même s'il n'a pas agi dans son intérêt personnel (mais par exemple dans celui de son service) supporte seul les condamnations pénales (prison et/ou amende). Accessoirement, la responsabilité civile de l'État (ou des Établissements Publics fautifs) peut être également engagée.

Il faut dire que la fraude informatique se traduit par un manque à gagner considérable pour les sociétés d'informatique et ce n'est bien sûr pas un phénomène hexagonal. Sous la pression économique, le législateur ne pouvait pas rester insensible, ni faillir à se donner les moyens de condamner ce que l'on n'hésite plus à qualifier de "criminalité informatique".

Du côté de l'Administration, la circulaire vient rappeler que l'attitude de "Faîtes ce que je dis, pas ce que je fais..." manquait un peu du sérieux qui sied au service public !

[1] Pour tout renseignement, appelez-nous.

Jura.
Photo : CIGC Poligny.



On se souviendra néanmoins de saisies et d'actions engagées par exemple contre certaines Universités coupables d'avoir recopié des logiciels à des fins d'enseignement, bien sûr faute de moyens. Une application efficace de la loi et économiquement viable pour les utilisateurs des services publics passe donc sans doute par une politique d'achat et par une politique contractuelle en la matière avec nos principaux fournisseurs. C'est "tout simple", mais il ne suffit pas seulement de le dire...

En attendant, gare aux pirates de logiciels et autres bidouilleurs non autorisés (plus ou moins naïfs). Le droit de l'informatique, cela existe, l'Administration vient de le rencontrer !

Patricia Watenberg,
Service Juridique

Génie génétique : terminologie

Le Journal Officiel du 26 septembre 1990, par arrêté du 14 septembre 1990, a publié une terminologie en génie génétique, un index alphabétique des termes étrangers ainsi qu'un index des termes et impropriétés à éviter.
Voici quelques exemples de ce qu'il propose :
• **Gène domestique**, n.m.
Domaine : Génétique moléculaire
Synonyme : gène de ménage, n.m
Définition : gène qui assure les fonctions indispensables à la vie de tous les types de cellules,
Anglais : housekeeping gene.
• **Gène chimère**, n.m.
Domaine : Génétique moléculaire, Génie génétique
Synonyme : gène hybride, n.m.
Définition : Gène formé de fragments d'ADN d'origines diverses
Anglais : chimeric gene, hybrid gene, gene construct.

• **PolyA tail** : séquence polyA, région polyA, queue polyA

Au lieu de : "librairie de gènes" il convient d'utiliser "génothèque ou banque de gènes" et "criblage" est préférable à "screenage ou screener".

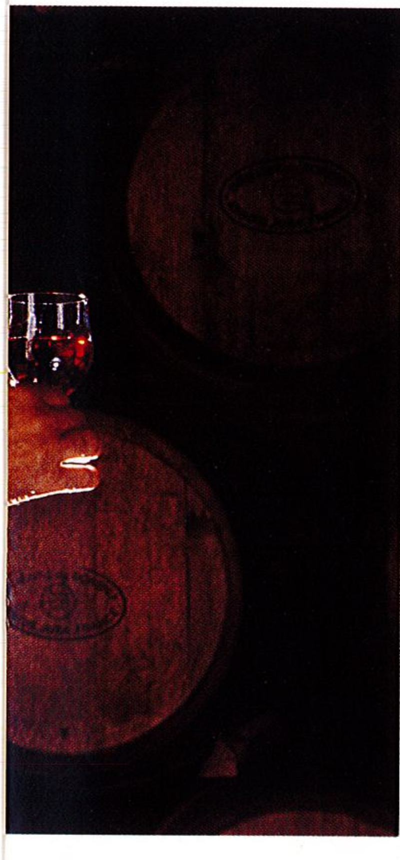
Colloques
Comptes-rendus

Colloque international sur le goût, à l'initiative de Jacques Puisais, oenologue, fondateur de l'Institut Français du Goût à Tours, un grand colloque international sur le goût s'est tenu en Franche-Comté les 27 et 28 novembre , avec la participation de nombreux chercheurs INRA, parrainé par la région Franche-Comté.
Il réunit des produits de différents terroirs européens : Xérès, Parmigiano, Reggiano, Jambon de Parme, Comté, Vin Jaune, Huile d'Olive Baena. Toutes ces Appellations d'Origine Contrôlées poursuivent un travail de recherche et de caractérisation sensorielle très poussé.
Il existe "un goût juste" selon la belle formule de Jacques Puisais. Encore faut-il l'identifier et le désigner. Le colloque correspond à un mouvement d'idées, à tout un courant actuel de recherches gastronomiques, oenologiques dans la tradition française du bon goût.
L'INRA a d'ailleurs fortement contribué à rendre possible une telle conjugaison ; ses travaux sur le miel, sur les alcools blancs, sur le vin jaune, sur le Comté, sur les vins du Val-de-Loire, alimenteront sur le plan scientifique ces démarches en faveur de la reconnaissance juridique communautaire des produits de terroir en Europe.
Plus naturellement, c'est notre société qui doit retrouver les origines et les richesses de sa gastronomie et de ses produits de terroir : ils font partie de sa culture et de son patrimoine. C'est un apprentissage qui commence dès le plus jeune âge et c'est pourquoi une grande importance sera donnée au cours du colloque à l'éducation du goût, de même qu'à la perception historique du goût. Élément de culture, le goût sera bientôt reconnu également comme élément d'hygiène.
Dans le même esprit, l'Institut Aquitain du Goût[1] a été créé, et détermine sa propre politique. En collaboration avec Jacques Puisais, il propose des "programmes" qui aident à l'éveil sensoriel des jeunes.
Contact : Comité Interprofessionnel du Gruyère de Comté, BP 26, 39800 Poligny. Tél : (16) 84 37 23 51.

[1] Voir à "Structures", l'Institut Aquitain du Goût.

Colloques
par ordre chronologique

Alimentation Nutrition et Agro-industrie, (semaine internationale) 4 au 7 décembre 1990, Montpellier.
Trois grandes manifestations :
• première session de l'Association Internationale d'Économie Alimentaire et Agro-industrielle à l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier ;
• deuxième colloque de la société Française d'Économie Alimentaire et Agro-industrielle sur le thème "Agro-alimentaire : l'enjeu international" ;



• Vèmes rencontres internationales d'Agropolis sur le thème "Grandes mutations alimentaires et perspectives agro-industrielles" auxquelles participeront de nombreuses personnalités françaises et étrangères.
Contact : J.P Frémeaux, Agropolis, 2 place Viala 34060 Montpellier Cedex 1. Tél : (16) 67 61 25 26.

Facteurs de production et qualité du lait, (journées scientifiques), 23-24 janvier 1991, Rennes.
L'INRA et l'École Nationale Supérieure Agronomique de Rennes présenteront les acquis récents concernant l'influence des principaux facteurs de production pouvant modifier la qualité du lait : caractéristiques physico-chimiques des laits, leurs liaisons avec les aptitudes fromagères, influence des facteurs nutritionnels (régimes, niveaux d'alimentation, nutriments...) et de leur interaction avec le génotype, influence des facteurs génétiques, influence du stade physiologique et de la saison, présentation de témoignages et enquêtes.
Contact : André Hoden, recherches sur la vache laitière, Saint-Gilles. Tél : (16) 99 28 50 82/96.

Systèmes dynamiques et biologie, 7-8 février 1991, journées de réflexion interdisciplinaire, Université Paris VI, organisé par David Ruelle, Institut des Hautes Études Scientifiques (Bures-sur-Yvette), Pierre Collet, Physique théorique, École polytechnique (Palaiseau), Michel Thellier, Byophysicochimie (Université de Rouen). Thèmes abordés : Introduction aux systèmes dynamiques (J.P Eckmann). Analyse des séries temporelles expérimentales (M. Dubois). Description de quelques exemples biologiques. L'inscription à ces journées est gratuite.
Contact : Agnès Dalle, Physique théorique, École Polytechnique, 91128 Palaiseau Cedex. Tél : (1) 69 41 82 00 poste 4086.

Les systèmes experts et leurs applications, onzièmes journées internationales, 27-31 mai 1991 Avignon.
Contact : Secrétariat des Journées EC2, 269 rue de la Garenne, 92024 Nanterre Cedex, France. Tél : (1) 47 80 70 00.

Génie des Procédés, (3ème congrès), 4-6 septembre 1991, Compiègne.
Organisé par le Groupe Français du Génie des Procédés et l'Université de Technologie de Compiègne.
Contact : G. Antonini , Université Technologique de Compiègne, BP 649, 60206 Compiègne Cedex.

Manifestations

Chercheurs de l'INRA face au public, 13 novembre au 8 décembre 1990, Rennes (Espace Sciences et Technique) : exposition et animation "La recherche agronomique en Bretagne", avec le concours du Centre de Culture Scientifique Technique et Industriel. L'animation a été faite par les chercheurs qui présenteront leurs recherches sous forme d'expériences, de démonstrations, de présentation de film, diapos.
Contact : Etienne Brunel, Zoologie, Rennes. Tél : (16) 99 28 51 63 et J.P. Ollivaux Tél : (16) 99 28 53 08.

Bois à coeur ouvert, 14 novembre 1990 au 15 avril 1991. Exposition organisée par le Muséum National d'Histoire Naturelle à la Galerie de Phanérogamie, 61, rue Buffon, 75005 Paris. La première partie de l'exposition a pour objet de faire prendre conscience au visiteur que le bois est une matière vivante issue d'une longue évolution. Elle montre et explique la formation du bois, ses origines, ses performances, ses anomalies.
Puis à travers un parcours esthétique, éclairé par des objets artistiques, (statuettes de l'île de Pâques, violon, ...) certaines propriétés du bois seront mises en lumière. Enfin, le visiteur découvrira de nouveaux matériaux créés à partir du bois et dotés de qualités nouvelles. Réalisée en étroite coopération avec les industriels et les professionnels, l'exposition "Bois à coeur ouvert", en faisant comprendre à chacun la nature profonde du bois, doit le faire aimer par tous.

Éditer, Lire

Annuaires 1990 des centres, (Avignon, Rennes Toulouse).
Responsable : Françoise Dugarin, DIC, Tél : (1) 42 75 91 77

Institut des Produits de la Vigne, Montpellier, plaquette de présentation des différentes stations et laboratoires du groupe, INRA-IPV, 1990, 24 p., INRA-Montpellier, 2 Place Viala 34060 Montpellier Cedex.

Département des Recherches Forestières, revue analytique des Publications 1988, INRA Éditions, 1990, 85 p., gratuit.

INRA Nantes n° 1, Bulletin interne d'information. Le centre de Nantes vient de lancer son premier bulletin interne d'information. Il est animé par un petit comité de rédaction local dont la secrétaire est Dominique l'Hostis, documentaliste de l'URD du Centre.

Cahiers des Techniques, Bulletin de liaison interne, n° 25, novembre 1990. Cages démontables utilisées pour l'isolement de plantes en plein champ. Enregistrement longue durée d'activité chez l'animal. Capteur pour l'enregistrement de la cinétique d'écoulement du lait pendant la traite. L'hypoillumination : une technique d'observation de méristèmes apicaux d'arbres forestiers, une méthode simple pour le réglage des hydrographes. Automatisation de la méthode de dosage du polyéthylèneglycol par l'emploi d'un automate monoparamètrique

Erratum

INRA Mensuel, n° 52, p. 13, à propos du livre **"Enzymes"** :
Jean Pelmont est l'auteur ; l'éditeur : les Presses Universitaires de Grenoble, BP 47X, 38040 Grenoble Cedex. Ce livre est publié avec le concours du ministère de la recherche.

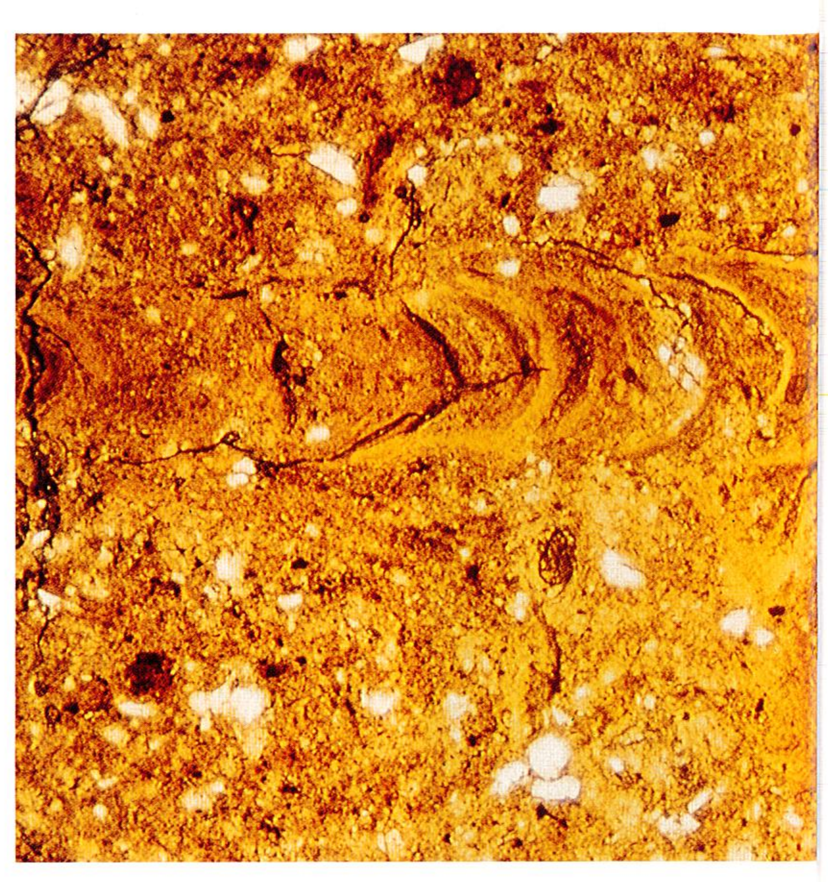
par transfert "ISAMAT". Connaissez-vous le laboratoire d'analyses végétales ? Analyse d'images de coupes histologiques à l'aide du logiciel VISILOG. Prise de vue photographique sur un écran de téléviseur ou d'un micro ordinateur. Prise de vue assistée par ordinateur PC et MAC...

Un point sur... Les systèmes de culture, Laurette Combe, D. Picard, coord., Éditions INRA, 1990, 196 p. 110 F. Le concept de système de culture est de plus en plus utilisé en Agronomie. Quelle est sa signification la plus couramment admise ? Comment fonctionne un système de culture ? Comment aborder son étude ? Autant de questions auxquelles il est difficile de répondre, faute d'un ouvrage récent faisant le point sur la question. Cet ouvrage présente donc deux séries de travaux, les uns consacrés au fonctionnement des systèmes de grande culture, où la modélisation tient une place importante, les autres à deux types de systèmes de culture prairiaux et à un exemple de culture légumière de plein champ. Il se termine par une conclusion en forme de synthèse, qui montre le caractère très opératoire du concept et ouvre un certain nombre de pistes pour inciter les agronomes à mieux raisonner dans ce domaine.

Dynamiques actuelles de sols, Michel Isambert, 1989, Centre Régional de Documentation et de Pédagogie d'Orléans, 55 rue Notre Dame de la Recouvrance 45000 Orléans. À la suite de la présentation de quatre sols très différents mais très représentés en France, sont exposés dans ce petit ouvrage, les principaux volets de la dynamique de ces sols : structure et porosité, eau et fertilisant et leurs conséquences sur l'enracinement. Illustration : 2 planches de sols et 20 diapositives couleur, lexique et bibliographie.

Nitrates, Agriculture et Eau, acte du symposium international organisé par l'INA-Paris Grignon, les 7-8 novembre 1990, INRA Éditions, 576 p., 250 F.

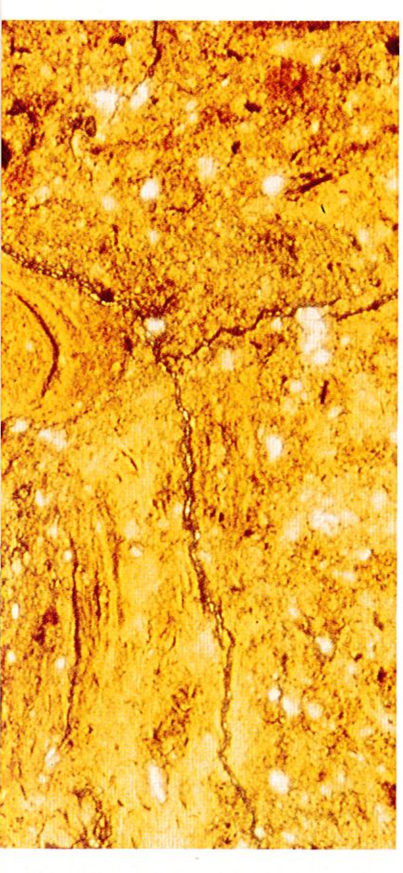
Plaquette INRA-CEMAGREF, 1990. Thèmes des fiches INRA : en forêt méditerranéenne, la recherche et le développement sont une nécessité ; choix des espèces et des provenances ; maîtrise du reboisement (réactions à la sécheresse, l'arbre, la forêt et l'eau en climat méditerranéen) ; croissance, production et conduite sylvicole des peuplements forestiers méditerranéens ; prévention des incendies de forêt ; insectes ravageurs des arbres forestiers ; aménagement des espaces naturels et sylvopastoralisme.
Thèmes des fiches CEMAGREF : études du milieu forestier méditerranéen et des essences forestières, (présentation générale, découpage en régions naturelles homogènes, typologie des stations forestières, autoécologie des essences de reboisement) ; amélioration de la qualité des plants forestiers en région méditerranéenne ; aide à la décision pour la gestion extensive des forêts de montagne des Alpes du Sud ; guide technique du forestier méditerranéen français.
Chaque fiche répond aux questions suivantes : de quoi s'agit-il ? pourquoi ? aperçu de la technique, qui fait quoi ? pour en savoir plus...



Télédétection appliquée aux zones tempérées et intertropicales, Michel et Colette Girard, Édition Masson, 1989, 288 p., 290 F. Cet ouvrage présente le fruit de l'expérience et des réflexions de deux enseignants-chercheurs, ingénieurs agronomes, appliquant la télédétection dans leur spécialité depuis plus de 15 ans., depuis l'initiation aux phénomènes physiques, au traitement informatique des images, jusqu'aux applications dans des disciplines précises : botanique, agronomie, pédologie, océanologie, océanographie. Les nombreux schémas, figures et reproductions en couleurs rendent la lecture aisée quelque soit le niveau de formation.

Compte-rendu du XVème congrès international du groupe polyphénols, 9-11 juillet 1990, 300 p., 300 F. pour les membres du groupe et 400 F. pour les non-membres (frais expédition en plus). Contact : Secrétariat du Groupe Polyphénols, INRA, Station d'oenologie et de technologie végétale, Bd du Général de Gaulle, 11100 Narbonne.

Boiser et après, brochure, 1990, 64 p., gratuit. De nombreux boisements échouent faute du manque d'entretien après la plantation. La constitution d'une forêt apte à remplir sa fonction économique résulte d'une succession de traitements sylvicoles qui orientent le peuplement forestier issu de la plantation vers l'objectif de production recherché par le sylviculteur. Il ne suffit donc pas de planter ou de semer pour réussir un boisement. Un suivi et des entretiens réguliers sont indispensables pendant les dix ou vingt années qui suivent l'installation des plants et des semis. L'ensemble de ces traitements doit être programmé



Trait pédologique : colmatage argileux et ferri-argileux d'un conduit biologique ; lumière dite naturelle (grossissement X 31). Photo : Ch. Le Lay.

par un plan de reboisement dès l'élaboration du projet. En outre, la régularité et le bon échelonnement des opérations d'entretien ont un effet positif sur la qualité des bois produits dont l'amélioration est un objectif pour la production forestière française.
Contact : ministère de l'Agriculture et de la Forêt, service de la communication. Tél : (1) 49 55 48 77.

Agriculture et alimentation face aux menaces (aspects d'ensemble, les productions, les utilisations non alimentaires des produits agricoles), Revue Défense, juillet 1990, n° 54 , 76 p.
Contact : Association des Auditeurs de l'Institut des Hautes Études de Défense Nationale, 21 place Joffre, 75700 Paris. Tél : (1) 45 50 32 80.

L'interdisciplinarité, actes du colloque Carrefour des Sciences, Session plénière du comité national de la recherche scientifique, 12-13 février 1990, Palais de l'Unesco, organisé par le CNRS, Éditions Papcom, 1990, 272 p.

Handicap, nouvelles technologies et formation permanente, actes du colloque organisé par l'ATHAREP (Association pour le Travail des Handicapés dans la Recherche Publique - CNRS, 15 place Anatole France 75700 Paris), le 6 juin 1989 au siège de l'INSERM, bulletin semestriel, Paris, 1990, n° 8, 40 p., 100 F.
Contact : Mme M.A Letrouit Tél : (1) 44 27 59 70 ou Melle G. Bornens Tél : (1) 49 60 40 31.

Traité de physiologie théorique, physiologie intégrative : champ et organisation fonctionnelle, Gilbert Chauvet, tome 3, Masson éditeur, 1990, cartonné, 576 p., 780 F. L'extraordinaire développement actuel de la biologie dans tous les domaines et l'explosion de la technologie informatique sont deux raisons essentielles d'un renouvellement de théorisation en biologie. Depuis longtemps restée en l'état d'une dialectique souvent descriptive, rarement explicative, la théorie biologique s'affirme sous forme mathématique comme le fit naguère la physique. Le formalisme mathématique permet l'intégration des niveaux d'organisation en précisant concepts et propriétés. Il permet enfin d'utiliser les techniques du futur où l'aspect numérique est largement répandu. L'auteur est à la fois mathématicien, physicien et médecin. Il s'agit d'un travail monumental et très original qui concerne les processus dynamiques caractérisant différents niveaux d'organisation des systèmes biologiques, des biomolécules à l'organisme entier : la théorie de l'information génétique, l'enzymologie, la biologie cellulaire, les processus de transferts transmembranaires, les régulations physiologiques, énergétiques, respiratoires, cardio-vasculaires et rénales, les systèmes de contrôle nerveux et endocrinien. Au fil des chapitres, ce traité expose de façon claire et didactique les principaux concepts et modèles de la Biologie théorique et une contribution personnelle de l'auteur à de nombreux niveaux."

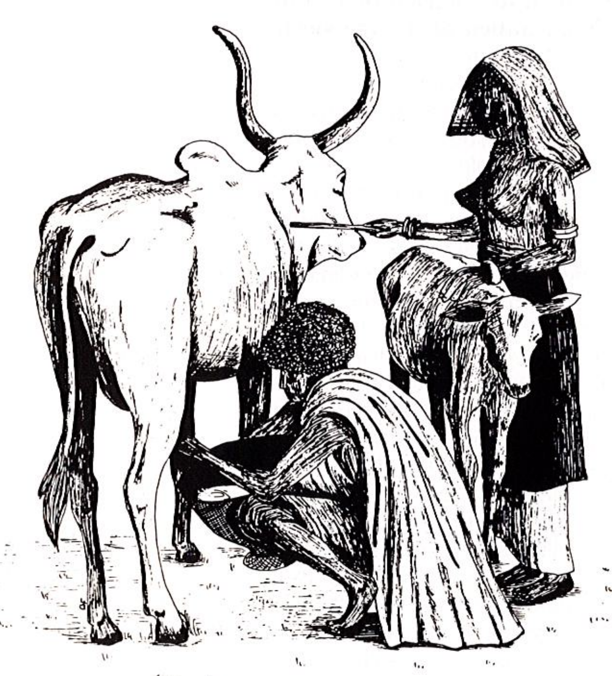
Les plantes à graines - structure, biologie, développement, P. et M.J. Demalsy-Feller Éd. Armand Colin, 1990, broché, 344 p., 199 F.

Le maïs, le Groupement National Interprofessionnel des Semences, Graines et Plants vient d'élaborer, avec la collaboration de l'Association Générale des Producteurs de Maïs et du Syndicat Professionnel des Entreprises Françaises de Semences de Maïs, un ensemble pédagogique simple et clair sur le maïs (fiches, schémas et transparents de rétroprojection).
Contact : GNIS, Service Développement, 44 rue du Louvre, 75001 Paris. Tél : (1) 42 33 51 12.

Carte des fromages traditionnels français, 95 F. L'Institut International du Fromage propose la seconde édition de cette affiche. Sa nouvelle présentation laisse découvrir les quelques quatre-vingt six fromages français fabriqués dans les années 50 et existant toujours aujourd'hui. Ces fromages sont placés dans leur région d'origine et un tableau permet de retrouver les caractéristiques des fromages présentés. Cette carte complète une série d'affiches sur le fromage et notamment "l'Arbre des Saveurs", paru en 1989, qui regroupe les fromages par type de saveur.
Contact : IIF, 19 rue Pierre Loti, 92340 Bourg-la-Reine. Tél : (1) 46 60 06 06.

Tableau de l'agriculture française au milieu du 19ème siècle, Michel Demonet, Éd. de l'EHESS, 304 p., 160 F. (subvention CNRS). Au cours du 19ème siècle naît le goût des statistiques. Les grandes enquêtes agricoles commencent, qui dresseront l'inventaire minutieux de la France profonde. Michel Demonet, mathématicien devenu historien, traite grâce à l'ordinateur, la masse d'informations que la Statistique Générale de la France avait dû se contenter d'accumuler faute de moyens de calcul efficaces. Faisant le pari de l'exploitation d'une source unique, très riche et utilisée dans son intégralité, il brosse un tableau détaillé de l'agriculture française au milieu du 19ème siècle, illustré de nombreuses cartes réalisées à l'échelle de l'arrondissement abordant tous les aspects de la réalité agricole : structures sociales, techniques, productions animales et végétales et, grâce à l'utilisation de la totalité des résultats fournis par l'enquête donne une évaluation globale des niveaux de réussite régionaux en même temps qu'une explication des disparités mises en valeur. Enfin, il étudie les rapports entre le secteur agricole et l'ensemble de l'économie à travers la consommation, les prix et donc les marchés des produits agricoles.

Éleveurs d'Éthiopie, Bernard Faye, Éditions Karthala, 22 bd Arago, 75013 Paris, 1990, 95 F. Le revenu par tête d'habitant fait de l'Éthiopie le pays le plus pauvre de la planète. Réalité chiffrée qui cache en réalité un potentiel de développement considérable. Avec un troupeau d'animaux domestiques le plus important du continent africain, l'Éthiopie constitue en effet une grande puissance agricole. Le présent ouvrage tente de faire l'inventaire de l'activité économique que représente l'élevage, d'en analyser les contraintes et les perspectives de développement, à travers trois approches qui intéresseront aussi bien le chercheur que le "grand public". L'essai introductif est un plaidoyer pour la défense d'une catégorie d'acteurs économiques, les éleveurs, que menacent les caprices répétés du climat, les contraintes écologiques, l'archaïsme des structures et des technologies, et les pouvoirs politiques empêtrés dans leur "effort de guerre".



Éthiopie.
Dessin : Bernard Faye.

L'ingénierie du vivant, François Gros, Éd. Odile Jacob, 1990, 240 p., 140 F. Comme bon nombre de nouveautés techniques (la machine à vapeur, le nucléaire, ...), les biotechnologies intriguent, inquiètent voire suscitent une certaine peur. Les média s'en sont d'ailleurs souvent saisi, et entourent de mystère les "manipulations" génétiques comme la possible utilisation de peptides cérébraux pour établir un parallèle rapide avec "Le Meilleur des Mondes" d'Aldous Huxley. On entend certaines interrogations : la création des Comités de bioéthique ne survient-elle pas trop tard ? ces derniers ne sont-ils pas là pour étouffer de possibles scandales ?

Il fallait remettre les pendules à l'heure, et un ouvrage de synthèse accessible au grand public était indispensable. Pour un tel sujet en quête d'auteur, François Gros était évidemment l'homme de la situation. L'ouvrage suit une progression en cinq étapes : restitution de la dimension historique du sujet ; résumé des bases scientifiques indispensables ; panorama des divers domaines d'application des biotechnologies ; présentation du contexte économique et social ; situation des points de vue juridique, éthique et philosophique.

En fait, ce que l'on appelle souvent la révolution biotechnologique est en réalité la troisième du nom : "... Après l'ère des fermentations, après celle des antibiotiques, une troisième génération de biotechnologie est ainsi apparue, parmi laquelle se rangent tous les procédés qui servent à la maîtrise, à la production et à la transformation du vivant".

En effet, les premiers produits de la biotechnologie ont nom pain, vin et fromage, c'est-à-dire les résultats de la transformation d'éléments organiques bruts par une fermentation due à l'action de microorganismes. Cette compréhension résulte des travaux de Louis Pasteur, dont les retombées majeures ont concerné principalement l'industrie agroalimentaire (la pasteurisation par exemple) et le secteur médical (l'asepsie, la vaccination, la sérothérapie, ...). Après Pasteur, on sait trier, sélectionner des souches de microorganismes ; on connaît également quelques moyens de les éliminer.

La deuxième révolution découle de la découverte de la pénicilline par Alexander Fleming, avec des applications que tout le monde connaît.

La troisième révolution, celle que nous vivons actuellement, est principalement la conséquence du génie génétique, qui permet de transformer l'information génétique des organismes animaux et végétaux. L'utilité d'une enzyme de restriction, d'une ligase, d'une réparase..., ainsi que les fondements du clonage sont exposés.

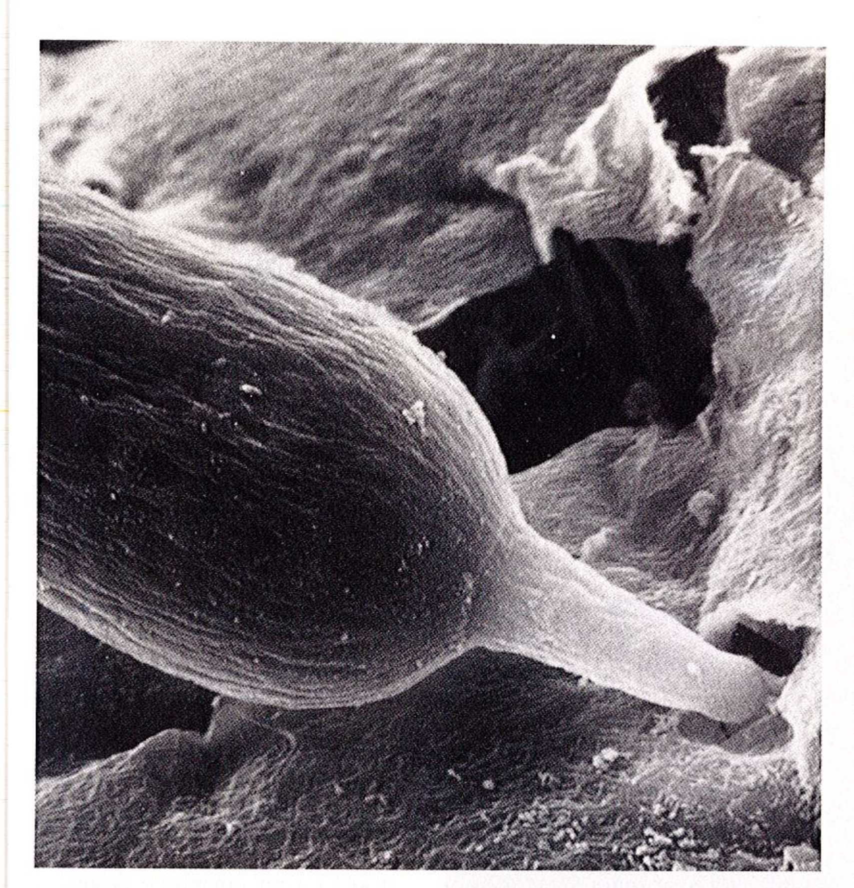
Ainsi le lecteur peut comprendre à partir des concepts fondamentaux ; pondérer, car l'analyse historique toujours présente montre que cette "révolution" n'est qu'une continuité, à la fin de cinq millénaires de tentatives de contrôle du devenir des produits de l'agroalimentaire.

Ce recul paraît comme l'un des points forts de l'ouvrage. Car comment ne pas être fasciné (et peut-être un peu inquiété) par la liste étonnante des applications, actuelles ou à venir, des biotechnologies ! Les domaines touchés, tout d'abord : environnement, agriculture, médecine, énergie... les produits, ensuite ; citons entre autres :

- pour la santé, de nouvelles molécules, obtenues jusqu'à présent par extraction, en très faibles quantités et à prix d'or, comme l'interféron, l'interleukine ou l'hormone de croissance ; des sondes génétiques permettant de réaliser des diagnostics prénatals ; de nouveaux vaccins ; une possible thérapie génétique...
- pour l'agriculture, de nouvelles techniques de bouturage, des plantes à l'information génétique modifiée, résistantes aux herbicides, capables d'utiliser directement l'azote de l'air, aux fleurs à couleurs étranges (des roses bleues viennent d'être obtenues)...

Il est évident qu'économiquement tout ceci est particulièrement attrayant. De gros bénéfices sont à espérer. En fait, le "boom" financier est arrivé après un bouleversement de jurisprudence américaine ; en 1980, un chercheur américain, Chakrabarty, déposa une demande de brevet pour une bactérie transformée génétiquement capable de digérer des hydrocarbures, c'est-à-dire un instrument anti-pollution idéal. Jusqu'alors, des produits vivants ne pouvaient être brevetés ; or la Cour suprême des États-Unis accorda le brevet ! "Désormais, disent les juristes, la distinction n'est plus entre choses "vivantes" et choses "inanimées", mais entre produits de la nature, vivants ou non, et invention de l'homme."

Le "boom" économique était alors possible : "Genentech a ainsi vu le cours de ses actions passer de 35 à 89 dollars... en vingt minutes".



Sporocyste d'un champignon du rumen développé sur un fragment de tégument de graine de soja mis à séjourner dans le rumen pendant 24 heures (microscopie électronique). Photo : Elisabeth Grenet.

Mais sommes-nous bien préparés à supporter une telle révolution ? N'y a-t-il pas des dangers ? L'auteur en fait l'analyse, et présente les "garde-fous" que la société s'est donnée.
"L'ingénierie du vivant" apparaît donc comme un excellent livre de synthèse sur la question, en présentant les multiples facettes. Il en manquerait peut-être une : l'impact des expériences en microgravité, qui se multiplient depuis le lancement de la navette spatiale.*

Bulletin Technique d'Information, ergonomie et approches des conditions de travail des agriculteurs, n° spécial 442-443 de juillet-août-septembre 1989, 272 p., 75 F.

Science et philosophie : pour quoi faire ? Textes réunis et présentés par Roger-Pol Droit, le Monde Éditions, 374 p., 140 F. Du 2 au 4 novembre 1989, s'était tenu au Mans le premier "forum" organisé par la mairie de cette ville en collaboration avec le Monde, qui portait sur les rapports de la science et de la philosophie, et plus précisément sur leur imbrication dans les sociétés industrielles contemporaines... Les scientifiques qui sont intervenus (R. Thom, J. Petitot, A. Jacquard, H. Atlan...) sont rarement d'accord entre eux ; les philosophes (D. Janicaud, G. Granger, J.T Desanti, B. Pinchard...) ne le sont pas davantage... La recherche de la vérité est-elle le seul but de la science ? A-t-elle vraiment été marquée par un progrès global ? Comment expliquer alors, que ce progrès de la connaissance n'ait qu'une incidence si faible sur l'état matériel et moral de la plus grande partie de l'humanité ? La science se serait-elle trompée de philosophie ? Ou bien est-ce la philosophie qui a "manqué" la science ? L'une et l'autre ne sont-elles pas prises, aujourd'hui, dans un redoutable réseau d'intérêts économiques, d'enjeux de pouvoir, de finalités stratégiques ? Et comment faire pour "raison garder" à une époque où ressurgissent tant de vieux délires qu'on espérait éteints ? (extrait du Monde du 11-12 novembre 1990).

Des chevaux et des boeufs, réalités et représentations animalières à partir des livres XVI et XVII des Géoponiques, Stella Georgoudi , Éditions Daedalus, 1990, 391 p. , subvention CNRS.
C'est en développant une recherche autour des "troupeaux sacrés" (vaches sacrées d'Apollon, boeufs et chevaux sacrés de Delphes, troupeaux sacrés de Délos...) que Stella Georgoudi a été amenée à s'intéresser au bétail profane, et donc aux Extraits d'Agriculture de Cassianus Bassus Scholasticus. Très probablement élaboré au VIème siècle avant notre ère, et communément appelé Géoponiques, cet ouvrage est le seul grand traité d'agriculture écrit en grec que nous possédions. Il s'agit d'une encyclopédie agronomique et vétérinaire rassemblant à la fois l'héritage grec et romain de pratiques et de croyances insolites et quotidiennes. L'ouvrage traite seulement du grand bétail, de leur élevage et de leur reproduction, ainsi que du traitement de leurs maladies.
Ainsi nous y apprenons ce qu'est l'hippomane, excroissance de chairs ornant le front du poulain et que dévore la jument maternelle afin d'être amoureuse de son rejeton ; ou bien ce que sont les vertus de la scille, qui, appliquée en onguent sur l'organe d'une vache jugée trop indifférente à la saillie, trouve par là l'indispensable supplément de libido attendu par son éleveur.

Audiovisuel

Voyage au pays du rumen

Cette vidéo a été réalisée en 1990 au centre INRA de Clermont-Theix, pour l'Université d'Été sur "le métabolisme dans le rumen, et la digestion chez le ruminant". Elle présente les données scientifiques récentes sur la digestion des constituants pariétaux chez le ruminant, pour lesquelles Gérard Fonty, Évelyne Forano, Élizabeth Grenet et Jean-Pierre Jouany ont été conseillers scientifiques, avec la collaboration d'Odile Bernard et d'Yves Bonnet ainsi que le personnel de l'Unité digestion microbienne, du laboratoire de microbiologie, et du laboratoire de la lactation et de l'élevage des ruminants.

Ce film a été réalisé par une équipe d'étudiants en audiovisuel de l'Association Professionnelle des Adultes pour leur travail de stage. Il a été financé par le programme communautaire d'éducation et de formation en matière de technologies et par le Fonds pour l'Innovation.Technologique.

Sa durée est de 22 minutes ; il est disponible en cassettes vidéo VHS Secam version française et VHS Pal version anglaise au prix de 300 F.
Contact : J.P. Jouany, INRA Clermont-Theix, Unité Digestion, 63122 St Genès Champanelle.

Odile Bernard
Responsable Communication
INRA-Clermont-Theix.

* "J'ai lu", 1990, n° 66.

INRA PARTENAIRE



Arboretum d'Amance, Nancy.
Photo : Eric Quinton.

Champenoux fête la forêt

Recherche, artisanat, vieux métiers du bois, matériel ancien : la commune de Champenoux, à l'initiative de son maire, A. Malgas, a organisé une grande fête de la forêt en septembre dernier afin de lancer un projet de **centre d'initiation à l'environnement** autour de l'Arboretum. A l'INRA chaque laboratoire a ouvert ses portes. Des exposés ont porté sur la déforestation, le rôle du climat dans le dépérissement des forêts en Lorraine, l'effet de serre ; on a montré le grimpage, l'élagage, les récoltes de graines par tir au fusil ; présenté différentes essences d'arbres, les sols forestiers. Tandis que certains découvraient que les arbres aussi souffrent d'embolie, d'autres s'initiaient à la fabrication du papier, découvraient les possibilités du microscope électronique à balayage ou la torche à plasma, le monde mystérieux des mycorhizes ou bien encore consultaient une base de données. Un concours au laboratoire de semences forestières permettait de remporter de jeunes plants. Tout au long du week-end la scierie débitait les arbres que les tempêtes de l'hiver dernier avaient jetés à bas dans l'Arboretum. Plus de 3.500 visiteurs sont venus et restés tard le soir ; certains sont revenus le second jour ; d'autres n'ont pu atteindre le centre, toutes les routes d'accès étant bloquées par l'affluence. Le Ministre délégué, chargé de l'aménagement du territoire, Jacques Chérèque est venu visiter l'INRA.
Pour que le temps passé à la préparation de cette fête soit un investissement pour l'avenir, un certain nombre de réalisations durables ont été exécutées : une enseigne en lamellé-collé symbolisant le centre INRA de Nancy, créée à partir de différentes essences de bois provenant de l'Arboretum (B. Gérardot) ; un logiciel animé de présentation de l'INRA et du centre de Nancy (D. Aubert) ; un montage audiovisuel qui illustre les recherches forestières du centre, (M. Adrian avec l'aide de G. Paillard et C. Slagmulder) ; une plaquette des activités du centre (maquette et mise en page Pascale Inzérillo).

Quelques jours plus tard, **Nancy "points forts"** au coeur de la ville, a été également un extraordinaire succès pour les laboratoires de recherches, les entreprises et les acteurs culturels. Le centre présentait un logiciel animé ; des essais de résistance mécanique du papier : déchiromètre, éclatomètre ; des mesures des échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère ; les mycorhizes, ...

Michèle Cussenot
Responsable "Communication" Nancy

Relations Internationales

Le Professeur **Tom Blundell**, spécialiste en biologie moléculaire, a été nommé secrétaire de l'Institut de la Recherche Agronomique (Grande Bretagne), à compter du 1er janvier prochain, pour une durée de cinq ans renouvelable.

Fondation Australie-France

La Fondation Australie-France (AFE) est l'élément majeur de la contribution officielle de l'Australie à la Commémoration en 1989 du Bicentenaire de la Révolution Française et de la Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen.

L'AFE est un organisme destiné à renforcer à long terme les liens entre l'Australie et la France, et ceci dans le plus large éventail d'activités : les sciences, la technologie, l'éducation spécialisée, les échanges universitaires, les beaux-arts, les arts de la scène, la recherche médicale, la science des sports, la presse, le design, la littérature, en fait dans tous les domaines à même de conforter les objectifs de la Fondation.

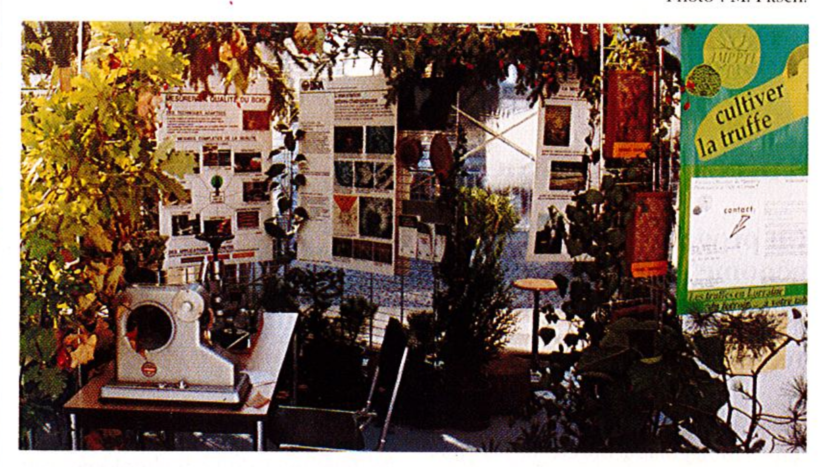
Des programmes sont également destinés à améliorer, en France, la connaissance de l'Australie dans les domaines déjà cités.

Cette aide pourra s'appliquer à plusieurs projets comme :

- traductions dans des secteurs jusqu'alors négligés (documentaires, théâtre, exposés scientifiques ou techniques). Toute proposition de traduction devra au préalable avoir suscité l'intérêt d'un éditeur ;
- sources documentaires (mise à disposition de documents se rapportant à des domaines spécifiques ayant un rapport direct avec l'Australie) ;
- échanges universitaires (conférences ou séminaires dispensés par des chercheurs australiens en France) ;
- expositions dans les domaines des sciences et de la technologie ainsi que les arts et les lettres.

Les moyens de la Fondation sont encore limités, mais un soutien financier pour la venue d'éventuels chercheurs ou scientifiques austra-

Nancy Points Forts.
Photo : M. Pitsch.



liens en France pourrait être envisagé. Contact : Isabelle Bordier, Relations Internationales, INRA Paris.

Communauté Européenne

Programme "Recherche agricole et agro-industrielle" 1991-1994

Le troisième programme cadre de recherches communautaires comporte un thème "recherche agricole et agro-industrielle" doté de 330 M écus pour la période 1991-1994 pour lequel il y aura un appel d'offres.

Objectifs

Ce programme doit contribuer à une meilleure adéquation de la production des ressources biologiques à leur utilisation industrielle et alimentaire. Il doit renforcer les bases technologiques de l'appareil productif et industriel et promouvoir :
- des actions interdisciplinaires et une approche intégrée (de filière) ;
- une dimension prénormative de la recherche en permettant l'acquisition des bases techniques indispensables aux normes et à la réglementation.

Domaines

Ce programme se situe dans la continuité des six précédents[1]. Il comporte quatre grands thèmes concernant l'agriculture, l'horticulture, la sylviculture, l'aquaculture et la pêche.

- Production (25-30 % du budget total) : adaptation de la production aux exigences du marché et des consommateurs ; diversification des productions à des fins alimentaires et non alimentaires ; amélioration des conditions socio-économiques des zones en retard de développement : remèdes à leur désertification, études des effets des changements climatiques sur la production de base ; interactions entre l'évolution des productions et la protection de la qualité de l'environnement.

- Intrants (20-25 % du budget total) : amélioration variétale ; contrôle des épizooties, amélioration de l'état sanitaire du cheptel ; adaptation des équipements, machinisme agricole ; optimisation de l'utilisation des intrants et de l'énergie ; développement des intrants non préjudiciables à l'environnement.

- Transformation des matières premières biologiques (30-35 % du budget total) : nouveaux procédés de transformation, stockage et transport améliorant la qualité des produits, l'utilisation des sous-produits, réduisant les déchets et la pollution, conduisant à des produits biodégradables.

- Utilisation finale et produits finis : le but est de mieux connaître les caractéristiques requises vis-à-vis de l'utilisateur et du consommateur des produits finis, issus de matériaux biologiques, alimentaires, non alimentaires et énergétiques.
- Produits alimentaires : définition et satisfaction des besoins nutritionnels ; recherche d'additifs alimentaires "naturels" ; toxicologie alimentaire - hygiène ; méthode de contrôle de la qualité ; détermination des qualités organoleptiques des aliments.
- Produits non alimentaires : identification des caractéristiques requises de produits nouveaux biocompatibles, biodégradables (matériaux biodégradables, détergents, lubrifiants...).

Moyens mis en oeuvre

- Projets à frais partagés (prise en charge à hauteur de 50 % du coût du programme par la Commission),
- Actions concertées (prise en charge des frais de coordination) : participation de partenaires issus des états COST[2] possible mais pas de contribution financière de la CEE pour ces partenaires ; appels d'offres (possibilité de plusieurs appels d'offres : 1 par an sur ce programme) - premier appel d'offre probablement en juin 1991 ; procédure exceptionnelle de soumissions de propositions spontanées dans une certaine limite du budget (5-10 %).

Critères de sélection

Multinationalité ; interdisciplinarité ; caractère préconcurrentiel ou précompétitif ; faisabilités économique et scientifique ; partenariat privé obligatoire pour un financement minimum de l'ordre de 25 % du coût total du programme ; satisfaction des attentes des consommateurs ; non préjudiciable à l'environnement.
Contact : Dominique Laborde, INRA-DSIAA. Tél : (1) 42 75 91 96.

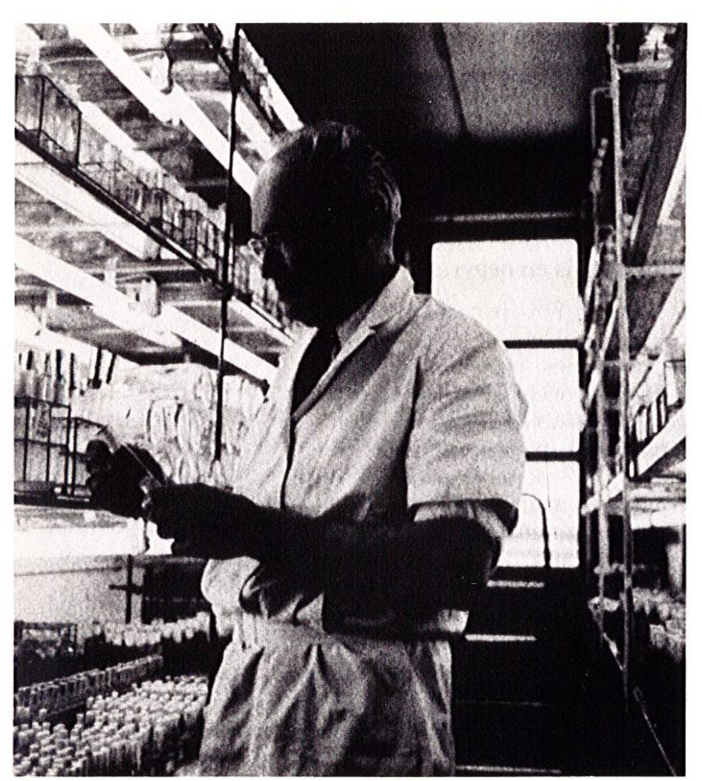
Régions

Angers
La route d'accès au centre prend le nom de Georges Morel : un pionnier de la biologie végétale

Lors du conseil municipal du 28 juin 1990, la municipalité a décidé à l'unanimité de donner à l'ancienne route de Saint-Clément, le nom de Georges Morel. L'INRA avait fait la proposition à la commune de Beaucouzé d'associer à la technopole le nom d'un des pionniers de la physiologie végétale. La municipalité d'Angers a décidé de son côté, à la demande du centre, de donner le même nom au prolongement de cette voie sur son territoire.

2 Coopération Européenne dans le domaine de la Recherche Scientifique et Technique.

[1] Compétitivité de l'agriculture et ressources agricoles ; recherche et technologie dans le secteur forestier (Forest) ; énergie renouvelable, biomasse (Joule) ; recherches dans le domaine de la pêche et de l'aquaculture (Far) ; recherches dans les domaines de l'agro-industrie (Eclair).



Georges Morel.
Salle de culture *in vitro.*
Photo : J.P Bourgin.

Georges Morel (1916-1973), qui avait une formation en chimie, s'intéressa très vite à la biologie végétale. Il fut directeur de recherches à l'INRA, à la station de physiologie végétale de Versailles. Parmi ses travaux : en 1944, "Le développement du mildiou sur les tissus de vigne cultivés *in vitro*" est présenté à l'Académie des Sciences. A partir de 1950, il travaille sur la mise au point de milieux de culture pour un grand nombre d'espèces végétales, sur lesquels il obtint à partir d'un méristème (quelques centaines de cellules végétales), une plante entière. En 1952, à partir de cultures *in vitro*, il régénère des plantes entières indemnes de virus (dahlia, oeillet, chrysanthème, pomme de terre). En 1963, son travail sur la culture de bourgeons et la multiplication végétative des orchidées est présenté à l'Académie des Sciences.

Il fut un homme de laboratoire, et forma de nombreux jeunes chercheurs français et étrangers. Homme rigoureux, son intuition et son imagination permirent des avancées scientifiques notoires en physiologie végétale, qui ont eu et ont toujours un impact technologique et économique dans le monde entier.

(Lettre d'information du Centre INRA d'Angers n° 7, 28 Août 1990).

Autres Organismes

Un programme national génome humain
lancé par le Ministre de la Recherche et de la Technologie

Les progrès récents de la biologique moléculaire offrent la possibilité de parvenir à une connaissance détaillée du génome, c'est-à-dire de l'ensemble des informations contenues dans les chromosomes, qui sont nécessaires au développement et à la vie de l'être humain.

L'identification et la description des quelques 50 000 gènes humains ouvrent des perspectives prometteuses pour le traitement des 3 000 maladies génétiques aujourd'hui recensées. Celui des autres maladies en bénéficiera également.

De nombreuses équipes du Centre National de la Recherche Scientifique, de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, de l'Institut Pasteur, de laboratoires relevant du Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Institut National de la Recherche Agronomique et du Commissariat à l'Énergie Atomique sont déjà engagées dans ces recherches.

Pour mettre en place une stratégie coordonnée de recherche, qui bénéficiera de moyens accrus, le gouvernement a décidé de lancer un programme national dénommé "génome humain". Ce programme permettra aussi d'organiser la coopération avec d'autres pays d'Europe et avec les États-Unis.

Un groupement d'intérêt public sera constitué pour diriger ce programme, qui associera les ministères concernés, les organismes de recherche et les industriels désireux d'y prendre part. Une association de préfiguration sera créée avant le 1er janvier 1991.

Le Comité national d'éthique, qui s'est déjà prononcé sur les recherches génétiques, sera particulièrement consulté sur l'avancement du programme.

Relations industrielles

L'usine ultra-propre

Louis Mermaz, ministre de l'Agriculture et de la Forêt, et Hubert Curien, ministre de la Recherche et de la Technologie, ont annoncé le 25 octobre au Salon International de l'Alimentation, le lancement d'un grand projet de recherche visant le développement d'usines ultra-propres dans les industries agro-alimentaires.

Pour la première fois, neuf industriels [1] de différentes branches de ce secteur ont décidé de s'associer, avec le soutien des pouvoirs publics, pour lancer un programme d'un coût de 113 MF. et d'une durée de trois ans. Ce programme sera soutenu par le ministère de la Recherche et de la Technologie, le ministère de l'Agriculture et de la Forêt, le ministère de l'Industrie et de l'Aménagement du Territoire à hauteur de 40 % environ.

L'usine ultra-propre permettra de proposer au consommateur des produits de qualité irréprochable, notamment du point de vue de la saveur et de l'hygiène. Pour atteindre cet objectif, les industriels devront résoudre aussi bien des problèmes de conception de la chaîne de fabrication que des problèmes d'applications technologiques (par exemple, substituer à la lame du couteau susceptible de contaminer le produit, un procédé de découpe par laser).

Ce programme associatif marque une évolution importante dans l'effort que les industries agroalimentaires consacrent à la recherche sur les procédés de fabrication (on peut estimer qu'il s'agit en effet d'une augmentation d'un tiers de cet effort). Il contribuera ainsi à conforter le développement à l'exportation de l'industrie agro-alimentaire française.

[1] Liste des industriels : Cedillac, Soparind, Chevalier, Fleury-Michon, Fromarsac, Heudebert, Pernod-Ricard, Socopa, Soprat, Vandamme.

TRAVAILLER À L'INRA

Les contrats emploi-solidarité

Après aboutissement de la concertation menée notamment auprès des organisations syndicales, le Service du Personnel vient d'adresser aux Secrétaires Généraux et Présidents de Centres une note de service (n° 90/89 du 23/10/1990) sur la réglementation des contrats-emploi-solidarité (CES) désormais applicable à l'INRA. Ceux-ci se substituent aux travaux d'utilité collective (TUC).

Les CES à la différence des TUC ne sont pas des stages axés essentiellement sur la formation, mais des contrats à durée déterminée conférant à leurs bénéficiaires le statut de salarié. Leur objectif est "l'insertion ou la réinsertion professionnelle des personnes particulièrement menacées d'exclusion du marché du travail".

La note aborde les points essentiels de cette réglementation : bénéficiaires, convention et contrat de travail, rémunération, couverture sociale, encadrement, suivi et formation des bénéficiaires.

Service du Personnel
Division Affaires Sociales



Photo : C. Schneider.

Erratum

La photo qui illustre l'article consacré à "la microbiologie à l'INRA", dans le compte rendu du Conseil scientifique (INRA Mensuel, n° 52, p. 17) est mal légendée. Il s'agit en réalité de **"bactériophages de lactobacilles thermophiles"**.

M. Desmazeaud
Jouy-en-Josas

Conseil d'Administration

Calendrier des prochaines réunions

- Jeudi 7 mars 1991
- Jeudi 13 juin 1991
- Jeudi 26 septembre 1991
- Jeudi 21 novembre 1991.

Nominations

Bernard Vial a été nommé, le 31 octobre en conseil des ministres, secrétaire général du comité interministériel pour les questions de coopération économique européenne (SGCI), en remplacement de Élisabeth Guigou, devenue début octobre Ministre délégué aux affaires européennes.

Âgé de quarante six ans, ingénieur agronome, chercheur à l'INRA, Bernard Vial a été chargé de mission au Commissariat général au Plan (1970-1978), puis détaché au Fonds d'orientation et de régularisation des marchés agricoles jusqu'en 1983. De 1981 à 1983, il a été chef du département d'Économie et Sociologie Rurales. En mars 1983, il est entré au cabinet de Michel Rocard au ministère de l'agriculture. Il a dirigé ce cabinet de janvier à avril 1986 après le départ de Jean-Paul Huchon. Depuis janvier 1986, il était directeur de la production et des échanges au ministère de l'agriculture.

À compter du 1er septembre 1990, **Jean Muller** est nommé délégué régional de l'INRA pour la Région Champagne-Ardenne.

À compter du 1er septembre 1990, **Marc Bonnet-Masimbert**, directeur de recherche, est nommé Directeur de la station d'amélioration des arbres forestiers et de son domaine, en remplacement de **Michel Lemoine.**

À compter du 1er octobre 1990, **Jean-Sylvain Frossard**, chargé de recherche, est nommé directeur du laboratoire de bioclimatologie, en remplacement de **Jean-Claude Mauget.**

Structures

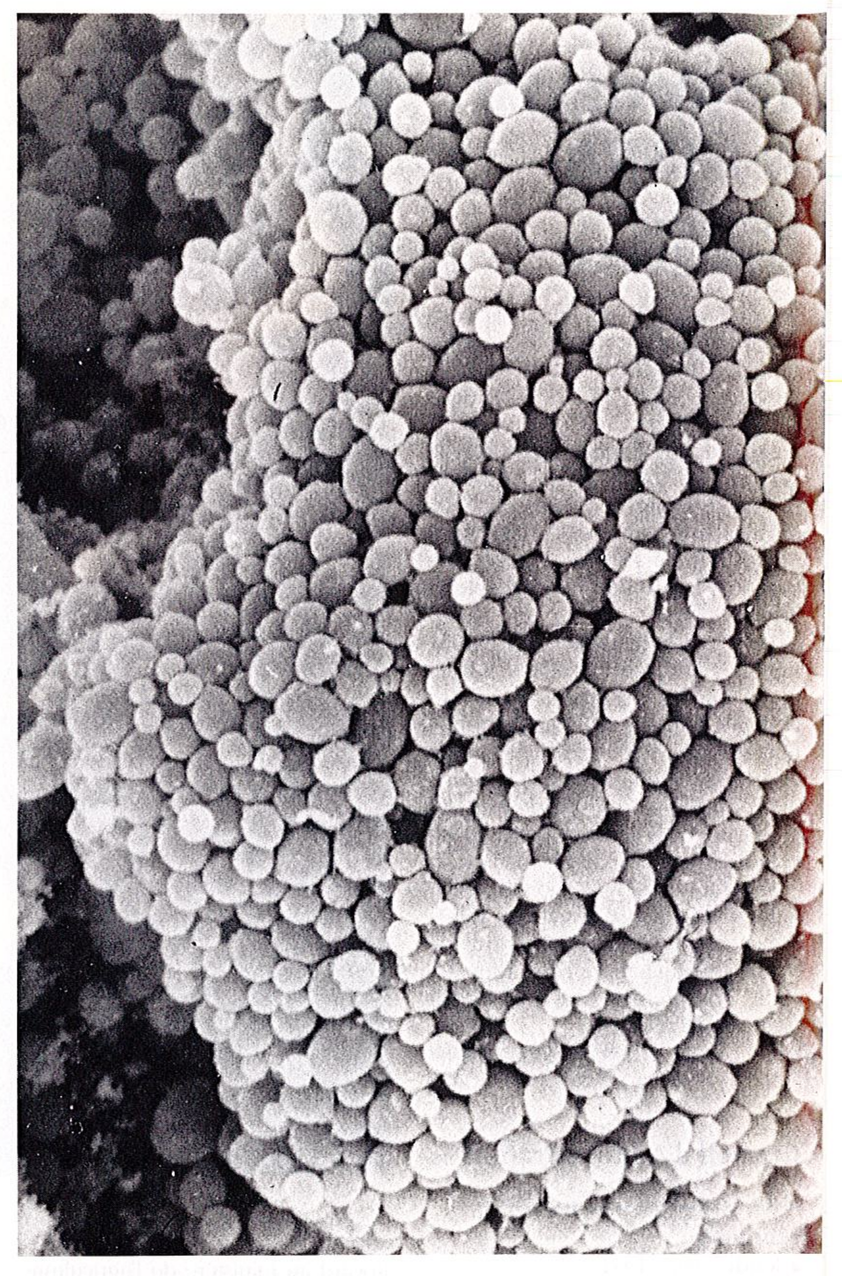
L'Institut Aquitain du Goût [1]

L'Institut Aquitain du Goût rassemble des chercheurs, des représentants des entreprises et des métiers de l'alimentaire, des consommateurs et des spécialistes et praticiens de la cuisine qui étudient les origines et les évolutions du goût, ses implications psycho-sociologiques et son éducation. L'Institut Aquitain du Goût doit être la plateforme d'échanges avec les consommateurs. Il peut être sollicité pour apporter son appui à toute activité concernant le goût. La Chambre des Métiers de la Gironde, l'Institut National de la Recherche Agronomique, l'Université de Bordeaux II, le Rectorat animent, aux côtés de professionnels, cette équipe. Dans la région, des classes d'éveil sensoriel, sous la responsabilité de Jacques Puisais, permettent aux enfants de CM1 et CM2 de découvrir un nouveau monde de sensations.

1 Voir rubrique "Colloque" : colloque sur le goût.

Augmentation du traitement des agents de l'Etat
À compter du 1er décembre 1990, la valeur du point est augmentée de 1,3 % ; elle passe ainsi de 23,84 F. à **24,14 F**.
(décret n° 90-1058 du 22 novembre 1990, J.O. du 30 novembre 1990).

Flore de surface de fromage de chèvre ; colonie de levures (microscopie électronique).
Photo : M. Rousseau.



Le futur laboratoire d'analyse sensorielle de l'Institut étudiera la qualité des aliments. Il conduira également des études et des recherches sur les saveurs et leur influence sur le bien-être et la santé, et permettra aux générations à venir de retrouver le goût, un sens oublié à l'heure du fast-food standardisé.
Contact : Jean-Claude Meymerit, INRA Bordeaux, Correspondant communication. Tél : (16) 56 84 30 36.

La microscopie électronique à l'INRA

Vous qui...
- êtes responsable d'une unité de ME ;
- pratiquez la ME à transmission et/ou à balayage ;
- êtes intéréssé (e) par les techniques utilisées en ME ;
- pensez que c'est un domaine passionnant ;
- mais parfois ardu ;
- pensez qu'il serait utile de se rencontrer ;
- pour échanger idées et parler de vos problèmes ;
- avez eu envie de faire partie ou d'organiser...

un groupe ou un club d'utilisateurs de la microscopie électronique

Ne cherchez plus. Écrivez à : B. Martinie. Unité de Microscopie électronique Laboratoire de Microbiologie, INRA Theix, Saint-Genès-Champanelle, 63122 Ceyrat.

Agrophysiologie

Il y a une modification au texte publié dans le n° 52 d'INRA Mensuel. À **Clermont-Ferrand,** le comité scientifique du programme Agrophysiologie est dirigé par **Jean-Claude Mauget**. Cette structure a pour mission d'étudier au cours du développement de la plante et en fonction des facteurs et conditions du milieu, les mécanismes de répartition des assimilats et leurs conséquences sur l'élaboration de la production et de la qualité des produits. (SJ Instruction n° 90-92 du 31/10/1990).

CECALAIT : Centre d'Étude et de Contrôle des Analyses en Industrie Laitière
(Association "Loi 1901")

Depuis deux ans, la station de recherches en technologie et analyses laitières de Poligny était en discussion avec les organismes professionnels et les partenaires locaux et nationaux en vue de créer un organisme qui reprendrait ses activités de développement dans le domaine analytique (laits de référence, essais interlaboratoires) et qui assurerait le transfert des produits de la recherche tout en aidant les laboratoire laitiers dans leurs programmes d'assurance qualité en laboratoire d'analyse.

Cet organisme qui a pris le nom de CECALAIT a vu le jour récemment et rentre progressivement en activité. Il unit les compétences de trois organismes nationaux, l'Institut Technique de l'Élevage Bovin (ITEB), le Centre National Interprofessionnel de l'Économie Laitière (CNIEL), et l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), dans un objectif commun : la maîtrise de techniques analytiques et le développement de l'assurance qualité dans les laboratoires laitiers.

Environnement

Une implantation régionale avec des relations nationales et internationales privilégiées.

Missions

- Recenser les besoins des laboratoires laitiers en matière d'analyse et de contrôle de qualité.
- Sensibiliser les laboratoires laitiers à l'assurance qualité et les aider à la mise en place des programmes nécessaires.

A détacher

Aide-mémoire

Modifications récentes du statut du personnel de l'INRA

Faisant suite aux discussions menées au niveau du ministère de la Recherche et de la Technologie, notamment l'accord du 11 juillet 1989, deux textes viennent de modifier le statut du personnel de l'INRA.

De nouvelles règles sont ainsi fixées pour les années à venir tendant à améliorer les conditions du recrutement, de la nomination et de la promotion des agents.

Cette note expose les principales modifications intervenues ; elle ne reprend donc pas toutes les dispositions du statut mais attire l'attention sur les points intéressant particulièrement la carrière des agents.

Il s'agit :
• du décret n° 90-685 du 27 juillet 1990 qui modifie le décret "cadre" du 30 décembre 1983 applicable aux personnels des Etablissements Publics Scientifiques et Technologiques ;
• du décret n° 90-874 du 27 septembre 1990 qui modifie les dispositions du décret du 28 décembre 1984 relatif aux statuts particuliers des corps de fonctionnaires de l'INRA.

■ La carrière des chercheurs

Le recrutement

Les nouvelles dispositions s'appliquent au corps **des chargés de recherche**. Elles concernent :
• la répartition des postes offerts entre les deux grades du corps : désormais, les concours d'accès direct à la première classe du corps de chargés de recherche peuvent être organisés **dans la limite du tiers** des recrutements dans le corps (au lieu de 20%) ;
• Les conditions de candidature :

- **Concours de chargés de recherche de 2ème classe**
une condition d'âge doit être remplie :
• 33 ans pour les concours ouverts au titre de 1991,
• 31 ans à compter de 1992.
Cette limite d'âge est bien entendu susceptible d'être reportée dans le cadre des dispositions légales (service national, enfant à charge, mère élevant seule trois enfants etc...).
L'obligation de se présenter trois fois consécutives disparaît.
Les candidats qui se sont déjà présentés à un concours ouvert avant 1991 peuvent, sur leur demande, rester soumis aux dispositions initiales du décret de 1983.

- **Concours d'accès direct au grade de chargé de recherche de 1ère classe :** il n'y a pas de limite d'âge.
Le nombre de candidatures possibles demeure limité à trois fois, avec cependant trois nuances :
• les candidatures peuvent ne pas être consécutives, le candidat pourra laisser passer une ou plusieurs sessions de concours avant de se représenter ;
• une quatrième candidature sera accordée de droit dès lors que le candidat aura été déclaré deux fois admissible ;
• les candidatures, appuyées sur les mêmes travaux, présentés par une même personne à plusieurs concours ouverts au titre de la même année comptent pour une seule candidature.

La nomination

Deux nouvelles dispositions :

• **l'ancienneté acquise dans des services effectués dans le privé,** dans des fonctions équivalentes à celles de chargé de recherche ou directeur de recherche selon le cas, est retenue à raison de la moitié jusqu'à douze ans et des deux tiers au delà (au lieu respectivement d'un tiers et de la moitié auparavant) ;

• **l'ancienneté acquise par les personnels scientifiques contractuels** dans une fonction équivalente à celle de chargé de recherche ou de directeur de recherche est prise en compte même si les services ont été effectués dans un organisme de

recherche étranger. Jusqu'à maintenant, la réglementation ne prenait en considération les services de chercheur contractuel que s'ils avaient été effectués dans un établissement public de recherche ou dans l'enseignement supérieur public en France. La proportion dans laquelle cette ancienneté est comptabilisée demeure limitée en principe aux deux tiers de sa durée effective.

L'avancement d'échelon

Les vitesses d'avancement dans le corps des chargés de recherche ont été réduites notamment dans le grade de chargé de recherche de 2ème classe et pour les derniers échelons de la 1ère classe.

Les nouvelles vitesses d'avancement ainsi que l'échelle indiciaire modifiée ont fait l'objet de la note de service n° 90-72 du 27 août 1990.

■ La carrière des ingénieurs, techniciens et administratifs

Deux sortes de dispositions sont intervenues : des dispositions permanentes et des dispositions transitoires applicables **entre le 29 septembre 1990** (date de publication du décret INRA au journal officiel) et le **29 septembre 1993**.

L'organisation des corps

Une seule modification est intervenue à ce niveau ; elle concerne les **agents techniques** : désormais les effectifs du premier niveau du corps des agents techniques sont limités à 50 % des effectifs de ce corps (au lieu de 25 %).

Le recrutement

• Les dispositions relatives à l'organisation des concours.
Pour tous les corps, la composition des jurys de concours est modifiée :

- **la liste des experts** scientifiques et techniques appelés à siéger comprend :
• des membres proposés par le directeur général,
• des membres des instances d'évaluation de l'INRA, appartenant aux corps d'ingénieurs, de personnels techniques et d'administration de la recherche.
- **chaque jury de concours** comprend :
• le directeur général de l'INRA ou son représentant, président,
• trois membres au moins choisis sur la liste des experts scientifiques et techniques s'il s'agit d'un concours d'accès à un corps de catégorie A ou B,
• deux membres au moins choisis sur cette même liste, s'il s'agit d'un concours d'accès à un corps de catégorie C.
Si l'affectation du fonctionnaire est précisée, le chef de service ou son représentant peut figurer au nombre des membres du jury.

Concernant les concours d'accès direct aux corps d'ingénieurs et de personnels techniques, ouverts traditionnellement par branche d'activité professionnelle, ils peuvent désormais l'être par métier ou spécialité.

Enfin, des modifications sont apportées au déroulement des épreuves relatives aux **concours externes d'accès aux corps d'ingénieurs de recherche et d'ingénieurs d'études** ; ces concours comportent dorénavant :
• un examen du dossier du candidat par le jury, ce dossier comprend un relevé de ses diplômes, de ses titres et de ses travaux. A l'issue de cet examen, le jury établit la liste des candidats admissibles,
• une audition des candidats figurant sur cette liste et, si l'arrêté d'ouverture du concours l'a prévu, une épreuve de caractère technique.

• Les dispositions relatives aux concours internes
- Il n'existe **plus de limite d'âge** pour se présenter aux concours internes.
- La notion de "services effectifs" dans un corps est généralement remplacée par celle de "services effectués en position d'activité dans leur corps ou en position de **détachement** de ce corps".
- Pendant une période de trois années à compter du 29 septembre 1990, **la proportion maximale des postes ouverts aux concours internes est augmentée.**

A détacher

Aide-mémoire

Modification du statut de l'INRA

Un décret du 13 juillet dernier dissocie les fonctions de Président et de Directeur Général de l'INRA et assigne à chacun d'eux un rôle complémentaire. Ce texte aligne l'INRA sur le régime des autres EPST, dans un souci d'unification compréhensible.
En outre, elle confie au Président la mission de définir la politique générale et d'assurer les relations de l'Etablissement avec les ministères de tutelle et les partenaires socio-économiques, ainsi qu'avec les organismes nationaux ou étrangers et les organisations internationales intervenant dans ses domaines d'activité. Enfin, elle lui fait obligation de veiller au respect des équilibres sectoriels et régionaux de l'Institut et à leur évolution en fonction des besoins.
Le Président exerce de ce fait une autorité morale représentative de l'Institut, s'appuyant sur le Directeur Général dont elle est à la fois une expression et un soutien.
Le Directeur Général assure la Direction Scientifique et Administrative de l'Institut dont il est ainsi le "patron", avec toutes les prérogatives qu'implique cette fonction. Il doit constituer un "binôme" avec son Président.
Un partage logique et clair des compétences et des tâches devrait permettre de mieux faire face aux diverses missions qu'implique aujourd'hui la conduite d'un grand Etablissement public scientifique et technologique.



MINISTÈRE DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE

Décret no 84-1120 du 14 décembre 1984 relatif à l'Institut national de la recherche agronomique (J.O. du 16.12.84)

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'économie, des finances et du budget, du ministre de l'agriculture et du ministre de la recherche et de la technologie,

Vu la Constitution, notamment son article 37, alinéa 2 ;

Vu le code rural, et notamment son livre VIII nouveau ;

Vu la loi no 82-610 du 15 juillet 1982 d'orientation et de programmation pour la recherche et le développement technologique de la France ;

Vu le décret no 79-153 du 26 février 1979 relatif à la durée des fonctions de président et de certains dirigeants des établissements publics d'Etat, des entreprises nationalisées et sociétés nationales et de certains organismes publics ;

Vu le décret no 83-952 du 25 octobre 1983 fixant les modalités du contrôle financier des établissements publics à caractère scientifique et technologique ;

Vu le décret no 83-1260 du 30 décembre 1983 fixant les dispositions statutaires communes aux corps de fonctionnaires des établissements publics scientifiques et technologiques ;

Vu le décret no 63-766 du 30 juillet 1963, et notamment son article 21, avant-dernier alinéa ;

Vu l'avis du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie ;

Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,

Décrète :

Art. 1er. – Les articles L. 831-1 et L. 833-1 du titre III du livre VIII nouveau (première partie : Législative) du code rural sont abrogés.

Art. 2. – Le titre III du livre VIII nouveau (deuxième partie : Réglementaire) du code rural est remplacé par les dispositions suivantes :

Cet "aide-mémoire" spécial donne le texte intégral du décret de 1984 (voir INRA Mensuel n° spécial 17, février 1985) ainsi que les modifications apportées par le **nouveau décret** concernant la dissociation des fonctions de président directeur général en président et directeur général (n° 90-649 du 13 juillet 1990 Journal Officiel du 24 juillet 1990, page 8851 et 2). Ces modifications sont indiquées en couleur dans la marge. Ces nouvelles dispositions se substituent à celles du décret de 1984.

Décret n° 90-648 du 13 juillet 1990 relatif à l'Institut national de la recherche agronomique

Le Premier ministre,
Sur le rapport du ministre de l'agriculture et de la forêt et du ministre de la recherche et de la technologie,
Vu le code rural, notamment son livre VIII nouveau ;
Vu la loi n° 82-620 du 15 juillet 1982 d'orientation et de programmation pour la recherche et le développement technologique de la France ;
Vu l'avis du Conseil supérieur de la recherche et de la technologie en date du 3 octobre 1989 ;
Vu l'avis du comité technique paritaire en date du 17 mai 1989 ;
Le Conseil d'Etat (section des travaux publics) entendu,
décrète :

TITRE III

RECHERCHE AGRONOMIQUE

CHAPITRE Ier

Institut national de la recherche agronomique

SECTION I

Dispositions générales

Article R.* 831-1

L'Institut national de la recherche agronomique est un établissement public national à caractère scientifique et technologique placé sous la tutelle du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture. Il a pour missions :

1. D'organiser et d'exécuter toute recherche scientifique intéressant l'agriculture et les industries qui lui sont liées ;
2. De contribuer à l'élaboration de la politique nationale de recherche dans les domaines relevant de sa compétence ;
3. De publier et diffuser les résultats de ses travaux et, plus généralement, de concourir au développement de l'information scientifique et à la diffusion des connaissances scientifiques en favorisant l'usage de la langue française ;
4. D'apporter son concours à la formation à la recherche et par la recherche ;
5. De participer à la valorisation de ses recherches et de son savoir-faire ;
6. D'effectuer des expertises scientifiques dans son champ de compétences.

Dans le domaine de la recherche, les missions de l'institut incluent notamment :

a) L'inventaire des ressources du milieu physique (sol, microclimat et réserves hydriques) et l'étude de leur exploitation ;

b) L'amélioration des productions végétales et animales intéressant l'économie agricole, y compris les espèces forestières et les espèces aquatiques ;

c) La conservation, la transformation des produits agricoles en produits alimentaires, l'amélioration de la qualité des produits alimentaires et leur adaptation aux demandes des consommateurs ;

d) Les biotechnologies intéressant l'agriculture et les industries qui lui sont liées ;

e) La production d'énergie, de protéines ou de molécules par le développement de cultures spécifiques ou par l'utilisation des sous-produits des activités agricoles et industrielles ;

f) La protection, la sauvegarde et la gestion rationnelle des ressources naturelles et de l'espace rural ;

g) L'étude des investissements nécessaires au bon fonctionnement des exploitations agricoles et des entreprises agroalimentaires ;

h) La compréhension du monde agricole et rural et de ses transformations par le développement des sciences sociales ;

i) L'amélioration des conditions de travail dans l'agriculture et les industries qui lui sont rattachées.

Article R.* 831-2

Pour l'accomplissement de ses missions, l'institut peut notamment :

a) Créer, gérer et subventionner des unités de recherche ;

b) Contribuer aux recherches entreprises dans des laboratoires relevant d'autres organismes publics ou privés de recherche, notamment par l'attribution d'aides financières, le détachement ou la mise à disposition de personnels de recherche ;

c) Participer en France et à l'étranger aux travaux effectués dans les domaines de sa compétence par ces organismes : les associer à ses propres travaux et notamment participer, à cette fin, à des actions menées en commun dans le cadre de groupements d'intérêt public ;

d) Participer à l'élaboration et à la mise en œuvre d'accords de coopération scientifique internationale et de coopération pour le développement ;

e) Prendre des participations et constituer des sociétés filiales en vue notamment d'assurer la valorisation de ses recherches ;

f) S'assurer le concours à titre de conseillers scientifiques, accueillir et rémunérer temporairement des personnalités extérieures appartenant au secteur public ou privé, ainsi que des professeurs et chercheurs de nationalité étrangère.

SECTION II

Administration de l'Institut national de la recherche agronomique

Article R.* 831-3

L'institut est administré par un conseil d'administration avec le concours d'un conseil scientifique. Le président du conseil d'administration assure la direction générale de l'institut.

L'Institut est administré par un conseil d'administration présidé par le président de l'Institut. Il est dirigé par un directeur général. Le président de l'Institut et le directeur général sont assistés du conseil scientifique de l'Institut.

Article R.* 831-4

Le conseil d'administration de l'Institut national de la recherche agronomique comprend vingt-sept membres :

a) Le président ;

b) Neuf représentants de l'Etat, dont deux désignés sur proposition du ministre chargé de l'agriculture et sept sur proposition de chacun des ministres respectivement chargés de la recherche, de l'industrie, du budget, de l'éducation nationale, de la santé, de la consommation et de l'environnement ;

Neuf représentants de l'Etat, dont deux désignés par le ministre chargé de l'agriculture et sept désignés respectivement par les ministres chargés de la recherche, de l'industrie, du budget, de l'éducation nationale, de la santé, de la consommation et de l'environnement.

c) Le président du conseil scientifique ;

d) Quatre membres appartenant au secteur de la production agricole ;

e) Trois membres appartenant au secteur des industries liées à l'agriculture (filières interprofessionnelles ou industries agroalimentaires *stricto sensu*) ;

f) Un membre appartenant aux industries fournissant les produits utilisés dans l'agriculture ;

g) Un membre appartenant aux organismes représentant les consommateurs ;

h) Deux membres représentant respectivement les salariés du secteur agricole et du secteur agro-alimentaire désignés sur proposition des confédérations les plus représentatives ;

i) Cinq représentants du personnel, élus selon des modalités fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture.

Le président du conseil d'administration est nommé pour une durée de quatre ans, renouvelable une fois, par décret pris en conseil des ministres sur proposition du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture.

Les membres du conseil d'administration autres que les représentants de l'Etat et les représentants élus du personnel sont nommés par décret sur proposition du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture.

Les membres du conseil d'administration, autres que les représentants élus du personnel, sont nommés par décret sur proposition du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture.

Les membres du conseil d'administration siègent personnellement au conseil ; ils peuvent, en cas d'absence ou d'empêchement, être suppléés par un représentant nommément désigné. Les mandats sont de quatre ans, renouvelables une fois.

Les membres du conseil d'administration décédés ou démissionnaires et ceux qui, en cours de mandat, n'occupent plus les fonctions à raison desquelles ils ont été désignés sont remplacés pour la durée du mandat restant à courir.

Les fonctions de membre du conseil d'administration sont gratuites.

Le directeur général, les directeurs généraux adjoints, le contrôleur financier et l'agent comptable assistent aux séances du conseil d'administration avec voix consultative.

Le contrôleur financier et l'agent comptable assistent aux séances du conseil d'administration avec voix consultative.

Le président du conseil d'administration peut inviter à participer aux réunions de ce conseil tout expert jugé utile en fonction de l'ordre du jour. Les experts ont voix consultative.

Article R.* 831-5

Les mots "qui en fixe l'ordre du jour" sont supprimés

Le conseil d'administration se réunit aussi souvent qu'il est nécessaire et au moins quatre fois par an, sur convocation de son président qui en fixe l'ordre du jour.

Le conseil d'administration ne délibère valablement que si la majorité de ses membres est présente. Si le quorum n'est pas atteint, le conseil est de nouveau convoqué avec le même ordre du jour dans un délai maximal de trois semaines ; il délibère alors valablement sans condition de quorum.

Les délibérations du conseil sont prises à la majorité absolue des votants ; en cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Le lieu, la date et l'heure ainsi que l'ordre du jour des séances sont portés au moins quinze jours à l'avance à la connaissance des membres du conseil d'administration ainsi que du contrôleur financier.

Article R.* 831-6

Le conseil d'administration délibère sur :

1. L'orientation de la politique de recherche de l'institut, les programmes généraux d'activités et d'investissements et l'exploitation des résultats de la recherche ;
2. Les mesures générales relatives à l'organisation de l'institut ;
3. Le budget et ses modifications, le compte financier ;
4. Le rapport annuel d'activité ;
5. Les contrats et marchés ;
6. Les emprunts ;
7. La participation de l'institut aux groupements d'intérêt public prévus à l'article 21 de la loi du 15 juillet 1982 susvisée ;

8. Les projets d'achats, ventes et échanges d'immeubles, de constitutions d'hypothèques, les projets de baux et de location d'une durée supérieure à neuf ans ;

9. Les prises, extensions ou cessions de participations financières et créations de sociétés filiales ;

10. L'acceptation des dons et legs ;

11. Les actions en justice, les transactions ainsi que le recours à l'arbitrage.

Le conseil d'administration se prononce en outre sur les questions qui lui sont soumises par son président, le ministre chargé de la recherche et le ministre chargé de l'agriculture.

En ce qui concerne les matières énumérées aux 5°, 8° et 11°, le conseil peut déléguer une partie de ses pouvoirs à son président. Celui-ci lui rend compte lors de sa plus prochaine séance des décisions qu'il a prises en vertu de cette délégation. au directeur général

Article R.* 831-7

Les délibérations du conseil d'administration sont exécutoires quinze jours après la réception du procès-verbal par le ministre chargé de la recherche et par le ministre chargé de l'agriculture, à moins que l'un ou l'autre de ceux-ci n'y fasse opposition. En cas d'urgence, le ministre chargé de la recherche et le ministre chargé de l'agriculture peuvent autoriser l'exécution immédiate.

Toutefois, les délibérations portant sur le budget et ses modifications et le compte financier, les emprunts, les acquisitions, échanges et aliénations d'immeubles sont exécutoires sauf opposition ou du ministre chargé de la recherche, ou du ministre chargé de l'agriculture, ou du ministre chargé du budget, dans un délai d'un mois à compter de la réception du procès-verbal, par chacun de ces ministres.

Les délibérations portant sur les matières énumérées aux 7° et 9° de l'article R.* 831-6 ci-dessus ne sont exécutoires qu'après approbation par arrêté conjoint du ministre chargé de la recherche, du ministre chargé de l'agriculture et du ministre chargé du budget, ainsi que, pour le 9°, du ministre chargé des finances.

Parmi les décisions modificatives du budget, sont seules soumises au conseil d'administration et à l'approbation des autorités de tutelle celles qui comportent soit une augmentation du montant global des dépenses inscrites au budget de l'établissement, soit des virements entre sections ou entre parties de section, soit des virements entre, d'une part, des crédits affectés aux gros équipements ou aux opérations immobilières et, d'autre part, des crédits affectés à des actions ou programmes financés par l'institut.

Toutes les autres décisions modificatives du budget sont prises par le président en accord avec le contrôleur financier et portées à la connaissance du conseil d'administration lors de sa plus prochaine séance. directeur général

La procédure prévue à l'alinéa précédent s'applique aux virements de crédits provenant de la réserve générale lorsque le montant des crédits ainsi virés n'excède pas, au cours d'un exercice budgétaire, 10 p. 100 de la dotation initiale de la partie de la deuxième ou troisième section bénéficiant du virement.

Dans le cadre des orientations arrêtées par le conseil d'administration, le président définit la politique générale et assure les relations de l'établissement avec les ministères de tutelle.
Il veille au respect des équilibres sectoriels et régionaux de l'Institut et à leur évolution en fonction des besoins.
Il assure, en liaison avec les départements ministériels concernés, les relations de l'établissement avec les partenaires socio-économiques ainsi qu'avec les organismes nationaux ou étrangers et les organisations internationales intervenant dans ses domaines d'activité.
Il fixe l'ordre du jour, prépare les délibérations du conseil d'administration et s'assure de leur exécution ; sur proposition du directeur général, le président arrête les projets de programmes généraux de recherche et détermine les moyens nécessaires à leur réalisation.
Il peut déléguer une partie de ses pouvoirs au directeur général.
Il peut déléguer sa signature.

Article R.* 831-8

Le président du conseil d'administration est assisté de directeurs généraux adjoints, nommés sur sa proposition par arrêté conjoint du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture, et de directeurs scientifiques qu'il nomme après avis du conseil scientifique.

Le directeur général est nommé, pour quatre ans, par décret pris en conseil des ministres sur proposition du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture, après avis du président de l'Institut. Ses fonctions sont renouvelables une fois.
Le directeur général assure la direction scientifique, administrative et financière de l'Institut.
Il prépare les projets de programmes généraux de recherche avec le concours du conseil scientifique.
Il représente l'Institut dans tous les actes de la vie civile et dans ses rapports avec les tiers.
Il représente l'Institut en justice.
Il gère le personnel de l'Institut, dans les conditions prévues par les dispositions réglementaires applicables.
Il est ordonnateur principal des dépenses et des recettes de l'Institut et peut désigner des ordonnateurs secondaires.
Il assiste le président dans la préparation des délibérations du conseil d'administration et en assure l'exécution. Il est notamment chargé de la préparation du budget.
Il peut déléguer ses pouvoirs à des agents de l'Institut dans les limites qu'il détermine. Il peut déléguer sa signature.
Il est assisté de directeurs généraux adjoints, nommés sur sa proposition, par arrêté conjoint du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture, et de directeurs scientifiques qu'il nomme après avis du conseil scientifique.

Article R.* 831-9

Le président du conseil d'administration prépare les délibérations du conseil d'administration et en assure l'exécution.

Il représente l'institut dans tous les actes de la vie civile dans ses rapports avec les tiers et dans les relations internationales.

Il représente l'institut en justice.

Il gère le personnel de l'institut, dans les conditions prévues pas les dispositions réglementaires applicables.

Il est ordonnateur principal des dépenses et recettes de l'institut et peut désigner des ordonnateurs secondaires.

Il peut déléguer ses pouvoirs à des agents de l'institut dans les limites qu'il détermine. Il peut déléguer sa signature.

Article R.* 831-10

Un conseil scientifique est institué auprès du président du conseil d'administration.

Un conseil scientifique assiste le président de l'Institut et le directeur général.

Il est constitué de personnalités scientifiques extérieures à l'institut, de responsables scientifiques de la recherche publique, de l'enseignement supérieur, des instituts ou centres techniques et de développement du secteur agricole, des industries liées à l'agriculture ainsi que de représentants élus des chercheurs et des ingénieurs de l'institut.

Sa composition, les modalités de désignation de ses membres et les conditions de son fonctionnement sont fixées par arrêté conjoint du ministre chargé de la recherche et du ministre chargé de l'agriculture.

Article R.* 831-11

Le conseil scientifique est l'instance de réflexion et de proposition de l'institut en matière de politique scientifique, ainsi que d'évaluation des activités de recherche.

Il étudie la situation et les perspectives de développement dans les domaines de la recherche agronomique, et veille à ce que soit assurée une bonne coordination entre l'institut et les autres organismes de recherche intéressés.

Il est consulté par le président du conseil d'administration sur :

il donne son avis

1. L'organisation scientifique de l'institut, et notamment la liste des départements de recherche ;

2. Le contenu et l'exécution des programmes de recherche, des études et travaux de l'institut ;

3. La nomination des directeurs scientifiques et des chefs de départements.

Le conseil scientifique peut être assisté par

a) Des commissions spécialisées ou par discipline, créées par décision du président de l'institut ;

du directeur général

b) Des groupes de travail ou comités restreints, constitués en son sein, en vue de l'aider à remplir les tâches qui lui sont dévolues.

Ces différentes instances doivent rendre compte périodiquement au conseil scientifique des conclusions de leurs travaux.

Article R.* 831-12

Les recherches sont conduites au sein d'unités de recherche. Ces unités peuvent être regroupées en départements de recherche correspondant à des disciplines scientifiques ou à des objectifs agronomiques déterminés.

La liste des départements est arrêtée par le président du conseil d'administration après avis du conseil scientifique. Chaque département de recherche est placé sous la responsabilité d'un chef de département nommé par le président du conseil d'administration après avis du conseil scientifique.

directeur général

directeur général

Le chef de département est chargé, sous l'autorité du président du conseil d'administration, d'animer la vie scientifique des unités qui composent le département et d'en assurer le bon fonctionnement. Il est assisté par un conseil scientifique et un conseil de gestion dont les membres sont désignés et l'organisation est fixée dans les conditions définies par le président du conseil d'administration

directeur général

directeur général

Article R.* 831-13

Les unités de recherche ainsi que les services communs sont regroupés géographiquement dans des centres de recherche.

directeur général

La liste des centres est arrêtée par le président de l'institut après avis du conseil d'administration.

directeur général

Chaque centre est placé sous l'autorité d'un président de centre désigné par le président de l'institut et assisté d'un conseil scientifique et d'un conseil de gestion qu'il préside.

Le président du centre est principalement chargé de l'administration du centre et de l'orientation de sa vie collective et scientifique. Il est le correspondant de l'institut avec les organismes ou autorités régionaux.

directeur général

Le conseil scientifique et le conseil de gestion sont chargés respectivement d'assurer l'animation scientifique du centre et de délibérer sur les questions intéressant notamment son fonctionnement et son développement. Les modalités de désignation de leurs membres et leur organisation sont fixés par décision du président du conseil d'administration

SECTION III

Dispositions diverses

Article R.* 831-14

directeur général

L'agent comptable de l'établissement est nommé par arrêté conjoint du ministre chargé de la recherche, du ministre chargé de l'agriculture et du ministre chargé du budget, sur proposition du président du conseil d'administration

directeur général

Des comptables secondaires peuvent être désignés par le président du conseil d'administration, après avis de l'agent comptable et avec l'agrément du ministre chargé du budget.

Article R.* 831-15

L'institut est soumis au contrôle financier de l'Etat dans les conditions prévues par le décret du 25 octobre 1983 susvisé.

Art. 3. – Le décret n° 81-597 du 15 mai 1981 modifiant le décret n° 80-561 du 11 juillet 1980 portant codification et modification de textes réglementaires concernant l'enseignement, la formation professionnelle et le développement agricole, ainsi que la recherche agronomique, est abrogé.

Toutefois, le conseil d'administration est maintenu avec la composition et les attributions prévues par le décret n° 81-597 du 15 mai 1981, jusqu'à la mise en place du nouveau conseil d'administration et au plus tard jusqu'au 25 novembre 1984.

Art. 4. – Le ministre de l'économie, des finances et du budget, le ministre de l'agriculture, le ministre de la recherche et de la technologie et le secrétaire d'Etat auprès du ministre de l'économie, des finances et du budget, chargé du budget et de la consommation, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 14 décembre 1984.

LAURENT FABIUS

Par le Premier ministre :

Le ministre de la recherche et de la technologie,
HUBERT CURIEN

Le ministre de l'économie, des finances et du budget,
PIERRE BÉRÉGOVOY

Le ministre de l'agriculture,
MICHEL ROCARD

Le secrétaire d'Etat auprès du ministre de l'économie, des finances et du budget, chargé du budget et de la consommation
HENRI EMMANUELLI

Le ministre d'Etat, ministre de l'économie des finances et du budget, le ministre d'Etat, ministre de la fonction publique et des réformes administratives, le ministre de l'agriculture et de la forêt, le ministre de la recherche et de la technologie et le ministre délégué auprès du ministre d'Etat, ministre de l'économie, des finances et du budget, chargé du budget, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.
Fait à Paris, le 13 juillet 1990.
Michel Rocard

Par le Premier ministre :
Le ministre de la recherche et de la technologie,
Hubert Curien

Le ministre d'Etat, ministre de l'économie, des finances et du budget,
Pierre Bérégovoy

Le ministre d'Etat, ministre de la fonction publique et des réformes administratives,
Michel Durafour

Le ministre de l'agriculture et de la forêt,
Henri Nallet

Le ministre délégué auprès du ministre d'Etat, ministre de l'économie, des finances et du budget, chargé du budget,
Michel Charasse

Ces dispositions peuvent se résumer ainsi :

Corps	Dispositions permanentes du décret "cadre" EPST	Dispositions applicables du 29.3.88 au 29.3.93 (fonction publique) [1]	**Dispositions transitoires du 29.9.90 au 29.9.93** [2]	Limite de report des postes non pourvus aux concours externes
IR	1/3	1/2	**1/2**	10 %
IE	1/3	1/2	**3/5**	10 %
AI	1/2	2/3	**3/4**	10 %
TR	1/2	2/3	**3/4**	10 %
AJT	1/2	2/3	**2/3**	
AGT	1/2	2/3	**2/3**	
AAR	1/2	2/3	**2/3**	10 %
SAR	1/2	2/3	**3/4**	10 %
AJA	1/2	2/3	**3/4**	

[1] Application du décret n° 88-28 du 8 janvier 1988 relatif aux nombres de postes susceptibles d'être offerts au titre de concours internes de recrutement de fonctionnaires et d'élèves fonctionnaires de l'Etat.

[2] Tous les postes non pourvus aux concours internes pendant la période transitoire peuvent être reportés sur les concours externes sans qu'il soit tenu compte des pourcentages indiqués dans la dernière colonne ci-dessus.

• **Les agents appartenant à des corps d'administration de la recherche** peuvent désormais être candidats à certains concours internes ouverts dans des corps d'ingénieurs et de personnels techniques. Ils peuvent accéder :

- au corps des ingénieurs d'études pour les secrétaires d'administration dans les mêmes conditions que celles prévues pour les techniciens (5 années de services dans le corps effectuées en position d'activité ou de détachement),

- au corps d'assistants ingénieurs pour les adjoints administratifs dans les mêmes conditions que celles prévues pour les adjoints techniques (8 années de service dans le corps effectuées en position d'activité ou de détachement),

- au corps des techniciens pour les adjoints administratifs dans les mêmes conditions que celles prévues pour les adjoints techniques (5 années de service dans le corps effectuées en position d'activité ou de détachement).

• **Les dispositions relatives au recrutement au choix**

Là encore, il convient de distinguer les dispositions nouvelles permanentes de celles qui vont s'appliquer pendant la période transitoire de trois années à compter du 29 septembre 1990.

- Parmi les premières, **la notion de "nomination" remplace celle de "titularisation"**, c'est à dire que lorsque, par exemple, neuf nominations auront été effectuées dans le corps des ingénieurs de recherche à l'issue des concours externe et interne, un recrutement pourra avoir lieu au choix ; il ne sera plus nécessaire d'attendre, l'année suivante, que les agents aient été titularisés.

Comme pour les concours internes, la notion de "services effectifs dans le corps" est remplacée par celle de "services effectués en position d'activité ou en position de **détachement** de ce corps".

Enfin, **les agents appartenant à des corps d'administration de la recherche peuvent désormais avoir accès à certains corps d'ingénieurs ou de personnel technique** (Cf. tableau page IV.).

- A titre transitoire, la proportion des postes offerts au recrutement au choix est portée à 20 % du nombre total des nominations prononcées dans ce corps.

Toutes ces dispositions peuvent se résumer dans le tableau page IV.

La nomination

L'ancienneté acquise dans des services effectués dans le privé dans des fonctions équivalentes à celles d'ingénieur de recherche, d'ingénieur d'études et d'assistant ingénieur, selon le cas, est retenue à raison de la moitié jusqu'à douze ans et des deux tiers au delà (au lieu, respectivement, d'un tiers et de la moitié auparavant).

Corps	Anciennes dispositions	Nouvelles dispositions		
		Dispositions permanentes du décret "cadre" EPST	Observations	Dispositions transitoires INRA
IR	1/9 des titularisations	1/9 des nominations	Accès possible non seulement aux IE mais aussi aux AAR et CAR	*Pour tous les corps, recrutements au choix possibles dans la limite de 20 % du total des nominations prononcées dans ce corps.*
IE	1/9 des titularisations	1/9 des nominations	Accès possible non seulement aux TR mais aussi aux SAR	
AI	1/9 des titularisations	1/6 des nominations	Accès possible non seulement aux ADJ. Techn mais aussi aux AJA	
TR	1/6 des titularisations	1/6 des nominations		
AJT	1/6 des titularisations	1/6 des nominations		
AGT	1/6 des titularisations	1/6 des nominations		
AAR	1/9 des nominations	1/6 des nominations		
SAR	1/6 des titularisations	1/6 des nominations		
AJA	1/6 des nominations	1/6 des nominations		

L'avancement de grade

Trois corps sont concernés par les nouvelles dispositions :

- **les adjoints techniques :** peuvent être promus à la 1ère classe, les adjoints techniques ayant atteint le 6ème échelon de la 2ème classe (auparavant, ils devaient avoir atteint le 9ème échelon et justifier de dix années de services effectifs),
- **les agents techniques :** peuvent être promus au premier niveau les agents techniques ayant atteint le 6ème échelon du 2ème niveau (au lieu du 8ème),
- **les adjoints administratifs :** peuvent être promus à la 1ère classe, les adjoints administratifs ayant atteint le 6ème échelon de la deuxième classe (mesure analogue à celle des adjoints techniques).

■ Autres dispositions

La mise à disposition

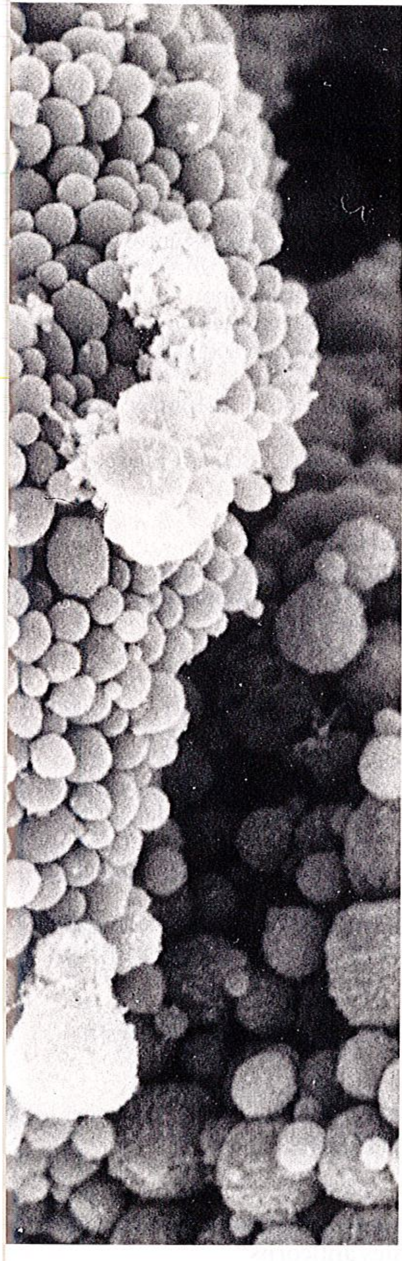
Les agents de l'INRA appartenant à des corps de chercheurs, d'ingénieurs et de personnels techniques peuvent également être mis à disposition de l'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche pour créer une entreprise. Une convention devra être conclue entre l'INRA et l'ANVAR. La mise à disposition sera prononcée pour une durée d'une année, renouvelable après avis de l'instance d'évaluation compétente. Elle cessera de plein droit dès la création de l'entreprise.

Le détachement

Les modifications concernent l'accueil de fonctionnaires auprès d'un corps de l'INRA :

- **détachement auprès d'un corps de chercheurs :** les enseignants -chercheurs de l'enseignement supérieur sont détachés dans les mêmes conditions que les chargés de recherche ou les directeurs de recherche d'un autre EPST (ils peuvent ainsi bénéficier d'une intégration dans le corps après deux années de détachement au lieu de cinq),
- **détachement de fonctionnaires n'appartenant pas à un corps homologue à celui auprès duquel ils demandent leur détachement :** outre la condition d'ancienneté de 3 années en qualité de titulaire, ils doivent remplir "les conditions de qualification ou de diplômes requises pour l'accès au corps". Cette formulation remplace celle des "conditions statutaires".

Service du Personnel
Division de la réglementation



• Mettre à la disposition des laboratoires des outils assurant la qualité des résultats d'analyse.
• Former, informer, aider.
• Aider les laboratoires à obtenir l'accréditation par le RNE au moyen de chaines d'analyses.
• évaluer les nouveaux appareils du marché soit dans le cadre de la validation par l'AFNOR, soit pour répondre au besoin d'information de futurs acquéreurs.
• Mettre au point des méthodes d'étalonnage et de contrôle adaptées aux nouvelles techniques rapides en collaboration avec l'INRA.

Organisation

CECALAIT est géré par un Conseil d'Administration composé des représentants des trois membres fondateurs, l'INRA, l'ITEB, et le CNIEL, des membres associés, entreprises ou laboratoires ayant adhéré à l'association ainsi que des membres de droit représentant les Ministères concernés.

L'Association est également dotée d'un Comité Scientifique qui définit et propose au Conseil d'Administration les programmes de travail. Ce comité est composé de l'ensemble des organismes concernés par la filière "lait".

Prévention

Responsabilités en matière d'hygiène et de sécurité

Quelques points suscitent toujours de nombreuses questions dans "l'Instruction Prévention"[1] ; parmi elles, la responsabilité personnelle des responsables d'unités. Il est apparu souhaitable de faire le point en s'attachant à la **responsabilité pénale,** qui préoccupe à juste titre ceux qui sont conscients des risques.

Avant d'aborder ce sujet proprement dit, rappelons qu'il existe d'autres types de responsabilités intéressant le domaine des risques professionnels :
• la responsabilité morale, liée à la conscience de chacun ;
• la responsabilité civile : obligation de réparer un dommage causé à autrui ;
• la responsabilité professionnelle ou administrative : qui découle, pour nous, du statut des fonctionnaires.

Responsabilité pénale

A l'INRA, la responsabilité pénale est applicable en vertu des articles 319-320 et R40 du Code Pénal. Par définition, **cette responsabilité est personnelle et opposable à tous les agents,** quel que soit leur niveau hiérarchique.

Alors pourquoi avoir souligné dans cette instruction que la responsabilité personnelle des directeurs d'unités peut être engagée et ne pas avoir apporté autant de précisions pour les autres agents ? c'est que leur responsabilité personnelle peut être engagée : en tant que Directeur ou Chef de Service, ils sont investis par la Direction Générale de l'autorité directe sur les personnels qu'ils dirigent. De ce fait, ils sont non seulement responsables de leurs propres infractions aux règles d'hygiène et de sécurité, **mais également de celles commises dans les installations soumises à leur contrôle par leurs subordonnés.**

Cette dernière précision est étayée par un décret[2] selon lequel le chef de service a la responsabilité de la mise en oeuvre des règles d'hygiène et de sécurité. Dans ce même article, on indique que ce chef de service (ou responsable d'unité) est assisté pour ces questions par un agent (dénommé dans l'instruction n°89-60 "Agent Chargé de Prévention").

Par ailleurs, pour répondre à quelques inquiétudes concernant les moyens de cette prise de responsabilité, on se doit de rappeler d'une part que l'on a la possibilité de saisir sa hiérarchie pour améliorer si nécessaire la situation présente (confirmation d'autorité, moyens...) et que d'autre part, en cas de poursuite, la Cour de Cassation pour reconnaître la responsabilité vérifiera si les trois conditions de la délégation de pouvoir sont réunies, à savoir :
• une investiture ;
• la compétence ;
• l'autorité, ce qui suppose pouvoir de discipline et moyens.

Les exemples de la jurisprudence dans ce domaine, montrent que **la détermination des responsabilités est fort complexe**. Un même accident peut donner lieu à poursuites contre plusieurs personnes distinctes, et tous les niveaux de la hiérarchie peuvent être concernés.

R.Choquet
Inspecteur hygiène et sécurité

[2] Article 4 du décret 82-453 du 28 mai 1982 relatif à l'hygiène et à la sécurité du travail ainsi qu'à la prévention médicale dans la fonction publique.

[1] Instruction générale sur la prévention des risque professionnels à l'INRA, n° 89-60, 1.6.89, 21 pages + annexes.



Dessin : R. Choquet.

Quelques notes de service

• Organisation de la gestion budgétaire et comptable, SJ NS 90-84 du 1/10/1990.

* CNRS Formation, 1 place Aristide Briand, 92195 Meudon Cedex. Tél : (1) 45 34 99 42

** Les Ateliers de Formation INSERM : 101, rue de Tolbiac, 75654 Paris Cedex 13. Tél : (1) 45 84 14 41.

• Relèvement du seuil des commissions locales d'appels d'offres, Service Affaires Financières, NS 90-85 du 4/10/1990.

• Avancement au grade de chargé de recherche de 1ère classe, SP NS 90-86 du 8/10/1990.

• Composition des Commissions Administratives Paritaires Nationales de l'INRA, SP NS 90-87 du 17/10/1990.

• TVA : baisse générale du taux majoré, SJ NS 90-88 du 23/10/1990.

• Congés annuels, SP NS 90-90 du 24/10/1990.

• Résultats des concours de chargés de recherche 1ère et 2ème classe (1990), SP NS 90-91 du 26/10/1990.

• Mise en place du Comité Scientifique du Programme Agrophysiologie, SJ NS 90/92 du 31/10/1990.

• Nomination d'un directeur de recherche de 1ère classe et d'un chargé de recherche de 2ème classe stagiaire, SP NS 90-93 du 09/11/1990.

• Postes vacants ou susceptibles d'être vacants. Mobilité volontaire. Campagne 1991. SP NS 90-94 du 09/11/1990.

Appel d'Offres

Relèvement du seuil des commissions locales

À compter du 1er septembre 1990, des commissions d'appels d'offres restreintes pourront être constituées dans chaque centre INRA pour les opérations de travaux, fournitures ou services d'un montant inférieur ou égal à 2 500 000 Francs HT.

La note de service 74-19 du 12 février 1974 fixant la composition de ces commissions en application de l'arrêté du 27 décembre 1973 (JO du 23/01/1974) reste applicable (Service Affaires financières, n° 90-85, 4/10/1990).

Formation

Applications biologiques de la microscopie analytique*

Stages à la carte.
Public : intéresse toutes les personnes désireuses de s'informer des possibilités qu'offrent les différentes méthodes d'analyse microscopique.
Contenu : défini entre les demandeurs et le responsable de stage. Il concerne plus particulièrement les méthodes suivantes : émission des rayons X, émission ionique secondaire et diffusion Raman.
Responsable : Michel Truchet

Hybridation *in situ* ultrastructurale appliquée au diagnostic*

Du 17 au 19 janvier 1991.
Public : anatomopathologistes.
Contenu : présentation de l'hybridation *in situ* et ses possibilités. Rappel de biologie moléculaire. Principe de l'hybridation *in situ*. Marquage d'une sonde. Applications pratiques.
Responsables : Gérard Morel et Lucien Frappart.

Imagerie microscopique pour la biologie et la médecine*

Du 18 au 21 mars 1991, à Saint Martin d'Hères au laboratoire d'accueil IMAG-TIM 3.
Public : biologistes, médecins, ingénieurs biomédicaux, pharmacologistes et toxicologues.
Contenu : présente et illustre les principaux outils d'imagerie, d'intelligence artificielle et d'analyse de données permettant la caractérisation des cellules et des tissus en microscopie photonique fluorescence et en microscopie électronique.
Ce stage est divisé en présentations formelles (environ 30 % du temps) séparées par des exercices pratiques et dirigés (environ 70 % du temps).

Traitement d'image : applications industrielles et biomédicales*

Du 15 au 19 avril 1991 à Saint-Étienne.
Contenu : ce stage théorique et pratique permettra d'acquérir ou de renforcer les connaissances de base nécessaires pour aborder le large champ d'application du traitement d'images : détection de défauts (industrie) ou d'anomalies (biomédical) ; automatisation du contrôle (industrie ou du dépistage (biomédical).
Responsable : Bernard Laget

Techniques immunocytochimiques en microscopie photonique et électronique**

Du 22 au 23 janvier 1991.
Public : chercheurs ingénieurs, techniciens pratiquant les techniques immunocytochimiques.
Contenu : concepts généraux concernant l'immunocytochimie. Techniques préparatives. Techniques d'observation de l'immunomarquage. Quantification.
Responsables : Moïse Bendayan, Pierre Gounon, Dominique Polton.

Les sondes intracellulaires**

Du 24 au 26 avril 1991
Responsables : J. Bockaert et M. Claret.

Génie génétique et modélisation des anticorps**

23 et 24 mai 1991
Responsable : R.J Poljak.

Stratégies de sélection pour l'amélioration des céréales (orge et blé) en conditions sèches

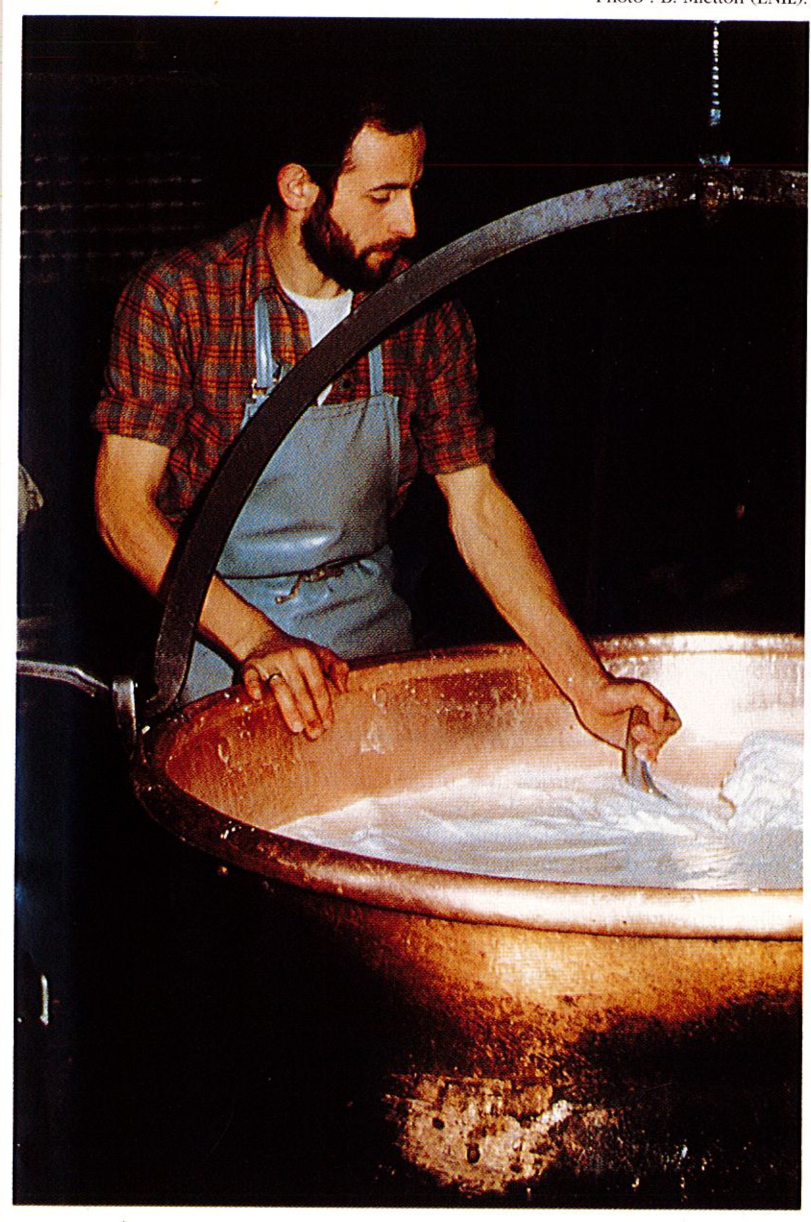
Séminaire de formation organisé par l'INRA et l'ICARDA , du 6 au 17 mai 1991 à Montpellier.
Responsable : Jacques Cortot. Tél : (16) 67 61 23 13.

Prix

Un prix Germain Mocquot

Le Dr. D. Call, doyen du Collège d'Agriculture et de Science de la vie à l'Université Cornell, USA, a annoncé il y a peu la création d'une

Fabrication artisanale de fromage, Poligny. Photo : B. Mietton (ENIL).



Fondation Germain Mocquot. Cette Fondation doit financer un nouveau prix destiné à récompenser chaque année un étudiant diplômé de l'Université Cornell par l'attribution du prix Germain Mocquot de Microbiologie Laitière et Technologie Fromagère. Ce prix sera attribué pour la première fois en 1991.

Cet événement réjouit particulièrement tous ceux qui, à l'INRA, pendant de longues années, ont eu comme patron, notamment à Poligny, Jouy-en-Josas et Rennes, Germain Mocquot dont les qualités humaines et scientifiques étaient reconnues de tous. Le laboratoire de recherche de technologie laitière de Rennes a donné son nom, de son vivant, à sa bibliothèque.

Germain Mocquot a été le créateur de la recherche laitière française. Sous son impulsion, se sont successivement créés et développés, les stations de Poligny, de Jouy-en-Josas puis le laboratoire de Rennes où ont été conduites des recherches fondamentales et appliquées. Parmi les secteurs abordés, celui concernant la qualité de la matière première, le lait, avait une importance primordiale. Il s'agit d'obtenir un lait propre, c'est-à-dire possédant une faible flore bactérienne. Pour y arriver, toutes les étapes de la production ont été étudiées depuis les types de nourriture apportés aux vaches et la traite jusqu'à l'arrivée à l'usine. L'amélioration des techniques proposée permit d'obtenir des résultats excellents.

L'équipe de Germain Mocquot développa des recherches sur les différentes protéines du lait, sur leur séparation, sous l'effet de la coagulation par la présure, sur leur devenir. Elle fut la première à définir la structure primaire d'une caséine, la caséine s.H bovine, dont on a pu montrer le déterminisme héréditaire chez les vaches. Les diverses caséines s'associent pour former des micelles, particules de petite dimension qui demeurent en suspension p lus ou moins stable dans le lait. On étudia leurs propriétés en rapport avec les fabrications fromagères et leurs interactions avec les composants minéraux du lait.

De même, le rendement du lait en fromage a fait l'objet d'un travail important, mené en collaboration avec ses collègues zootechniciens et économistes, dans le but de préciser les possibilités d'amélioration par sélection de protéines et de matière grasse chez les races bovines élevées en France...

Il avait créé, en 1956, avec quelques collègues étrangers le "Cercle international des Chercheurs laitiers" qu'il aida et anima par des rencontres, des séminaires et des échanges d'information.

Emploi

Chimiste spécialisé en biophysique à Grenoble. Poste à pourvoir aussitôt que possible.

Description de l'emploi : ce chercheur sera intégré dans une équipe de biologistes moléculaires, de biochimistes et de cristallographes, qui étudient les relations structure/fonction des aminoacyl-tRNA synthétases. De l'expérience dans la cinétique des enzymes ou dans la chimie des protéines serait un atout.

Salaire : 13 350 F. net par mois. Certaines allocations supplémentaires pourront être versées en fonction des circonstances personnelles.

Durée initial du contrat : 3 ans.

Date limite de candidature : 15 janvier 1991.

Contact : EMBL Section du personnel, postfach 10 2209 D-6900 Heidelberg RFA (réf : 90/44).

Les Métiers de l'INRA

À Thonon-les-Bains

L'INRA Mensuel a déjà exploré des activités liées à la recherche, moins connues : verrier et maréchal-ferrand. Aujourd'hui il s'agit, peut-on dire, de quelqu'un qui est à la fois mécanicien, électricien, menuisier. De même que pour le verrier, il lui faut résoudre, intervenir en "cours de route".



Léman, Thonon-les-Bains.
Photo : Jean Bertin.

Thonon-les-Bains, sur les rives du Léman, la station de l'INRA d'hydrobiologie lacustre : les principales recherches de l'équipe, une quarantaine de personnes, concernent la qualité des eaux des lacs, notamment les problèmes d'excès d'éléments nutritifs (eutrophisation) et la vie des poissons.

Des laboratoires au lac, on descend un merveilleux jardin d'arbres, d'herbes et de fleurs : pâquerettes, violettes, selon la saison ; parmi d'autres arbres fascinants, un gingko-biloba ou arbres aux quarante écus et un sequoia plus familier en Californie. C'est sur ce chemin que se trouve l'atelier de René Chapuis où nous mènent les questions sur d'étonnants appareils rencontrés dans les laboratoires et au petit port.

Dès la porte du grand atelier, un ordre étonnant ; tout est parfaitement rangé, là où l'on s'attendrait à trouver un sol d'huile et de copeaux métalliques où se colle la poussière. On y voit des fraiseuses, des tours, des établis, des instruments inconnus, ...

C'est là que René Chapuis met au point des appareils uniques et originaux indispensables aux recherches de la station.

René Chapuis a commencé à treize ans dans l'automobile. Il entre à l'INRA à quarante ans et y trouve quelque chose d'essentiel : la liberté d'inventer. Il a toujours vécu près du lac et pilote un bateau. Il connaît le lac, ses colères, ses calmes, ses vagues, sa profondeur, le vent ; c'est indispensable à son travail.

Les chercheurs viennent le trouver et expliquent les problèmes qu'ils se posent. Il lui faut alors pouvoir se mettre à leur place, voir leurs gestes, participer à leurs activités. Il s'agit par exemple de suivre du zoo-plancton "marqué" parce qu'on l'a nourri avec des algues radioactives : il faut pouvoir faire des prélèvements toujours à la même distance exactement de la surface de l'eau. L'échantillon doit être bien mélangé ; l'appareil doit se fermer sans bruit, sans secousse, avec une étanchéité parfaite, au moyen d'un cable commandé à partir du bateau, ou dès que le fond est touché, dans de mauvaises conditions de précision selon les vagues, le vent, la nuit... Ainsi est née, au premier essai, une bien belle bouteille dont il n'existe que peu d'exemplaires au monde.

Institut de Limnologie
Station d'Hydrobiologie lacustre de Thonon

En 1964, l'Institut National de la Recherche Agronomique a repris la Station de Recherches lacustres qui dépendait des Eaux et Forêts. La Station d'Hydrobiologie lacustre est alors rattachée au Département d'Hydrobiologie et dépend administrativement du Centre de Dijon.

En 1982, la création de l'Institut de Limnologie anime, dans un Groupement d'Intérêt Scientifique, la Station d'Hydrobiologie lacustre et le Centre de Recherches Géodynamiques de l'Université Pierre et Marie Curie.

En 1990, la Station comporte 40 personnes dont 20 scientifiques et ingénieurs. Elle accueille de nombreux stagiaires et visiteurs français et étrangers.

Les bâtiments (laboratoires, bureaux, ateliers) représentent une surface de 1400 m². Ils sont en bordure du lac sur un terrain de 27000 m² avec un port abritant 3 bateaux avec cabine, 2 barques de pêche et une barge de mesures en acoustique.

Une pisciculture expérimentale de 500 m² de bassins est alimentée en eau de source et en eau de pompage profond du lac.

Les chercheurs disposent sur place d'une bibliothèque spécialisée dans les sciences de l'eau : 3000 ouvrages, 11000 tirés à part, 200 périodiques.

Les pôles de recherches de la station se répartissent en deux grands secteurs d'activité :

• Bassin versant et qualité des eaux

Dès le début de son activité, la station de Thonon a beaucoup travaillé sur l'eutrophisation des lacs : le Léman, les lacs d'Annecy, de Nantua et du Bourget. La station de Thonon est le principal laboratoire français intervenant dans le cadre de la Commission Internationale de Protection des Eaux du Léman.

Plus récemment, les études se sont recentrées sur le Léman et son bassin versant. Le Département Sciences du Sol de l'INRA participe à l'animation scientifique de ce secteur.

• Gestion des ressources piscicoles lacustres

L'eutrophisation a eu des conséquences sur la production piscicole des lacs conduisant à de mauvais rendements dans les années 1970.

Depuis 1982, un groupe de recherche s'est développé pour répondre au besoin de gestion piscicole des lacs. La production des poissons de repeuplement (truite, omble chevalier, corégone) est améliorée. L'efficacité des méthodes est testée. Les captures par pêche professionnelle et pêche amateur sont suivies...

Pour mesurer la densité relative des diverses espèces de poissons et par là suivre et gérer leurs populations, il faut pouvoir observer et effectuer des mesures acoustiques très fines sur des animaux non stressés par la captivité et se comportant naturellement. C'est ainsi qu'est née une barge laboratoire de forme bizarre que l'on voit parfois ancrée sur le lac tandis qu'un frein à eau en losange, suspendu à une bouée, assure la stabilité des capteurs hydrophoniques permettant ainsi d'enregistrer au mieux les sons subaquatiques.

Chaque fois, ce sont de nouveaux problèmes ; il a fallu ainsi mettre au point plus de cent instruments en vingt ans : des treuils consolidés, utilisables sur un bateau léger ; des fractionneurs d'échantillons ; des bouteilles à prélèvement intégré ; des agitateurs de solutions, ...

Il faut connaître aussi bien la menuiserie, l'électricité que la mécanique pour résoudre des difficultés surgies dans les bureaux ou dans les laboratoires, sur le lac ou dans les élevages de poissons ; René Chapuis passe de l'échelle micrométrique aux bateaux grandeur nature. Parfois il faut inventer les outils eux-mêmes avant de fabriquer les objets. Certaines réalisations ont été brevetées comme la bouteille à prélèvement intégré (brevet INRA Pelletier, Orand, R. Chapuis).

L'un des appareils les plus fascinants est une immense fleur de lumière blanche constituée de 56 tubes pour obtenir un éclairage intense et totalement contrôlé dans des chambres de culture. Il a fallu tout concevoir, même la prise de sécurité et le transformateur, stupéfiant écheveau de 800 m de fils de toutes couleurs.

Les matières utilisées pour construire ces instruments sont belles et obéissent aussi aux nécessités de l'expérimentation, transparentes pour le plancton qui a besoin de lumière par exemple ; inaltérables à l'eau : métal, verre, plastique, caoutchouc, laiton, inox, plexiglass, bois...

À quarante ans, René Chapuis n'avait plus rien à apprendre sur l'automobile ; choisir de travailler avec des chercheurs lui a permis de créer des objets originaux pendant vingt ans jusqu'à sa retraite l'an dernier. Ce qu'il a si vivement ressenti, c'est la liberté de créer, une fois exprimés, les besoins des chercheurs . Il fait intensément partager sa joie de concevoir pour la recherche ces objets qui émerveillent, son plaisir à ce travail.

Une dernière observation : "les chercheurs utilisent bien mieux un bel instrument, bien fait, bien peint, que s'il est seulement utile mais mal fini".

Denise Grail



Appareil réalisé par René Chapuis.
Photo : Jean-Claude Druart.

Pour en savoir plus :

• **Des textes** Station d'hydrobiologie lacustre de Thonon, avril 1989, 40 pages. S'adresser à Jean-Claude Druart. Thonon-les-Bains.
- L'hydrobiologie, Janvier 1989, 10 p. DIC INRA Paris.
- INRA Mensuel n° 49, février 1990, page 6 : Les diatomées ou une nouvelle façon de rechercher la vérité.

• **Des films** (très brefs de 40 secondes à 3 minutes). Réalisateur Gérard Paillard. DIC Paris.
- Le comptage acoustique des poissons :échosondage sur le lac Léman, pour évaluer les stocks de poissons.
- La reproduction des corégones : nage de mâle et de femelle, sauts, libération des ovules et de la laitance.
- La reproduction en pisciculture : ombles dans un bac de pisciculture, prélèvement des ovules et de la laitance, fécondation en bac, oeufs, écloserie.
- La pêche de géniteurs : pêche d'ombles en lac alpin, récoltes d'oeufs pour la pisciculture.
- La pêche électrique : pour compter les poissons ou récupérer des géniteurs en rivière, suivre la reproduction des truites, marquages.
- Les microorganismes : microflore et microfaune de lac alpin, chaînes alimentaires, phytoplancton, zooplancton.
- À moins 40 mètres sous le lac d'Annecy : ombles et lottes sur fond de lac.
- Un diaporama sur les activités de l'Institut de Limnologie (20 minutes). Réalisateurs : J.C. Druart, J. Escomel et R. Bruneau (transcrit également sur vidéo...).

Cuillères de pêche, Thonon-les-Bains.
Photo : Gérard Paillard.



Deux articles forment "Le Point" de ce numéro. Le premier propose une synthèse sur les divers aspects du gel en agriculture. Le second traite par contre d'un problème particulier : le rôle des bactéries glaçogènes.
Comme le lecteur pourra le constater, les auteurs des deux articles différent sur les implications pour la lutte antigel des pratiques destinées à réduire les populations de bactéries glaçogènes.
Faut-il s'en étonner lorsque l'on connaît la complexité des phénomènes et la démarche scientifique ?

Note d'INRA Mensuel

Le gel en agriculture

Le gel peut avoir de lourdes conséquences économiques en agriculture. Que sait-on de lui ? Quelles sont les voies de recherche possibles ? Effet sur les végétaux ? Mécanismes physiques qui amènent le gel ? Peut-on lutter contre lui ? *



Pluie verglaçante
sur des petits pois.
Photo : M. Cousin.

Importance économique du gel

Au cours des dernières années, le montant annuel des dommages agricoles imputables au gel en France a tourné autour de 0,5 milliard de francs. En 1985, le coût s'en est élevé à près de 2,5 milliards de francs, correspondant alors à environ 2% de la valeur de la production agricole nationale d'origine végétale.

L'importance de ces sommes est cependant loin de refléter la gravité des conséquences du gel pour bon nombre d'exploitants, producteurs de fruits et de légumes en particulier, soumis aux dures lois de la compétition entre bassins de production. Les destructions de récoltes consécutives au gel les obligeant à se retirer momentanément des circuits commerciaux, la reconquête des marchés demandera alors plusieurs années.

Face à la menace climatique, le producteur se trouve dans l'obligation de réorienter ses choix vers des spéculations à faible niveau de risques ; ce d'autant plus qu'il n'y a pas d'assurances** contre le gel et que les techniques de protection, lorsqu'elles existent et se justifient économiquement, sont loin d'être pleinement efficaces.

Comment le gel agit-il ?

Les dommages provoqués par le gel résultent des **basses températures** (événement purement climatique) à des époques où le **végétal**, compte

* **La Commission d'Agrométéorologie* de l'INRA** a organisé en octobre 89 un séminaire pour faire le point des connaissances susceptibles d'apporter une aide à la décision et des efforts de recherche à encourager pour tenter d'alléger le poids des contraintes climatiques liées au gel. Ces recherches couvrent des domaines physiques, biologiques, agronomiques. Elles associent des compétences de l'INRA, du CNRS, de la Météorologie Nationale et d'organismes techniques professionnels divers. Cette structure INRA est co-présidée par Charles Riou, INRA Bordeaux et Denis Payen, météorologie nationale. Voir "INRA Mensuel" n°24, 1986.
L'ensemble des communications faites à l'occasion du Séminaire sur "le gel en agriculture" sera publié prochainement dans la série des publications de la Commission d'Agrométéorologie de l'INRA.

** **Les assurances face au risque de gel en agriculture**
Dans le contexte technique, économique et politique français actuel, le gel est, pour de nombreuses raisons, considéré comme un événement inassurable. Il n'en va pas de même dans plusieurs pays européens où l'assurance gel est incluse dans un système global d'assurance des récoltes. La participation financière importante de l'État fait alors de ce système un intermédiaire entre assurance classique et fonds de garantie. Cet engagement des pouvoirs publics s'accompagne nécessairement d'un certain "dirigisme" technique limitant la liberté des exploitants dans leurs choix de spéculations et de pratiques culturales.
Des expériences en matière d'assurances, limitées à quelques espèces et très localisées, ont été mises en place (gel de printemps sur le vignoble du Beaujolais, gel de printemps sur semis de betterave sucrière en Limagne, gel d'automne sur maïs semence).
Une étude menée, il y a une quinzaine d'années sur la possibilité d'assurer le risque "gel de printemps" sur l'ensemble du vignoble a abouti à une estimation du coût financier d'un niveau tel que pouvoirs publics et organisations professionnelles ont refusé de s'engager dans cette voie.

tenu de son **état de développement,** se trouve sensible à ces températures (condition purement biologique, même si le stade de développement du végétal est lui-même lié au climat).

L'importance des dommages observables immédiatement après une gelée n'autorise que rarement l'estimation des pertes de rendement à en attendre. Ceci est d'autant plus vrai que la récolte est plus éloignée de l'accident climatique considéré. Les raisons de cette incertitude sur les diminutions de production sont diverses : possibilité de récupération à partir d'ilôts méristématiques[1] sauvegardés, capacité de compensation par développement de bourgeons secondaires, développement de fruits parthénocarpiques[2], floribondité excédentaire[3]. Cette difficulté d'évaluation des conséquences d'une gelée est d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles les assureurs se refusent à garantir le risque de gel.

La multitude des facteurs susceptibles d'intervenir sur la sensibilité au gel du matériel végétal interdit de fixer les seuils de température auxquels apparaissent les dommages avec moins de 0°5 d'incertitude.Davantage de précision ne serait pas d'une grande utilité compte tenu de l'hétérogénéité de répartition dans l'espace des températures et de la variabilité des états de développement des végétaux dans une même parcelle ; à plus forte raison, au niveau d'un secteur de production. Ces températures critiques méritent néanmoins d'être approchées, d'une part pour servir de base aux études de probabilité des risques gélifs, d'autre part pour décider de la mise en oeuvre des moyens de lutte contre le gel lorsqu'ils existent.

L'on s'accorde à reconnaître que :
• les dommages sont liés à la formation des cristaux de glace à l'intérieur des cellules ;
• toutes les conditions susceptibles de limiter ou retarder ce phénomène favorisent la résistance au gel : abaissement de la température de congélation par concentration des liquides cellulaires et extracellulaires, surfusion[4], progressivité du refroidissement ;
• certaines espèces herbacées, susceptibles **d'acclimatation**, sont capables d'échapper, au moins pour un temps, à la formation de glace dans les cellules grâce à la déshydratation partielle de celles-ci. Pour des espèces de grande culture, cette résistance peut aller jusqu'à des températures très basses : -30°C pour le seigle, -20°C pour le blé tendre, -10°C pour le blé dur, les pois, les féveroles... Tout du moins jusqu'à la fin de la période purement végétative ;
• les espèces ligneuses originaires des régions tempérées et froides sont susceptibles, par "endurcissement" intervenant dès la fin de l'été, d'acquérir une résistance à des températures de l'ordre de -30°C pour les troncs, de -15°C à -20°C pour les bourgeons des espèces fruitières les plus courantes.Dès la fin du repos végétatif cette résistance diminue pour se situer aux environs de -5°C, au gonflement des bourgeons précédant le débourrement ;
• dès qu'est amorcée la phase reproductive, aucun végétal en état de vie active ne résiste au gel : les premiers dommages peuvent intervenir à des températures voisines de -2°C.

Mécanismes physiques du gel

Il est habituel de distinguer les **gelées d'advection** (ou gelées noires) des **gelées de rayonnement** (ou gelées blanches).

Les premières correspondent à l'arrivée de masses d'air froid de provenances généralement lointaines : le refroidissement touche de vastes régions, intervient de jour comme de nuit, intéresse la masse d'air sur toute son épaisseur et perdure aussi longtemps qu'il n'y a pas de changement de masse d'air. C'est surtout en hiver que ces baisses de température peuvent provoquer des dégâts. Au printemps elles n'ont généralement pas une amplitude suffisante pour arriver au niveau des températures critiques.

À propos des bactéries glaçogènes

Mention doit être faite de travaux récents sur la vigne, pour évaluer le rôle joué par un certain nombre de bactéries dites glaçogènes. Ces bactéries, normalement présentes sur de nombreux végétaux *(Pseudomonas syringae, Erwinia herbicola...)*, sont capables en conditions *in vitro*, de provoquer la rupture de la surfusion de l'eau ou de solutions aqueuses à des températures très faiblement négatives (de l'ordre de -2°C). L'hypothèse fut donc émise que la présence de ces bactéries, responsables d'une cristallisation précoce, était à l'origine des dégâts de gel. On entrevoit donc un nouvel arsenal de méthodes de lutte contre le gel visant à la réduction des populations bactériennes. Celle-ci devant logiquement entraîner une prolongation de la surfusion à l'intérieur des organes végétaux et un abaissement du niveau des températures critiques, permettant ainsi d'échapper aux dégâts.
• En conditions de **laboratoire**, il apparaît que :
- les températures moyennes de cristallisation sont d'autant plus élevées que les populations bactériennes sont plus importantes ;
- la variabilité des températures de cristallisation autour de ces valeurs moyennes est d'autant plus grande que les populations bactériennes sont moins importantes ;
- le mouillage de surface du matériel végétal provoque un relèvement des "températures de cristallisation" et masque l'influence des bactéries.
• **Au champ**, la simulation répétée de conditions de refroidissement montre que :
- les températures moyennes de cristallisation sont d'autant plus élevées que le développement des plantes est plus avancé ;
- le mouillage du végétal relève le niveau des températures de cessation de la surfusion ;
- à un stade de développement donné, l'importance des populations bactériennes ne joue pas un rôle déterminant sur le niveau moyen des températures de cristallisation. Cependant, une légère aggravation des risques de gel peut être imputable à un relèvement des températures extrêmes de maintien de la surfusion, particulièrement aux stades précoces.
L'accumulation des ces observations, même si elle confirme les pouvoirs glaçogènes de certaines bactéries, précise les limites de l'action qu'elles peuvent exercer sur le niveau des dégâts de gel. Un terme est donc mis aux espoirs démesurés placés en d'hypothétiques pratiques antibactériennes. Ceci ne peut que renforcer la nécessité de poursuivre l'effort d'affinement de la prévision des épisodes gélifs et d'amélioration de l'efficacité des techniques de lutte.

[1] Groupes de cellules qui, par multiplications rapides, permettent la régénération de tissus endommagés.

[2] Fruits obtenus par développement de l'ovaire en l'absence de fécondation.

[3] Capacité qu'ont certains végétaux de produire beaucoup plus de fleurs qu'il n'est nécessaire pour avoir une récolte normale. Beaucoup de fleurs sont stériles ou avortent naturellement et tombent. Assez couramment, même, pour obtenir des fruits de calibres commerciaux, il est indispensable de procéder à un éclaircissage sur les jeunes fruits épargnés par le climat.

[4] Persistance de l'état liquide à des températures inférieures au point de fusion. Un tel état est instable et peut cesser brutalement pour des raisons diverses dont la plus commune est la mise en présence de cristaux de la substance même ou d'agents de cristallisation étrangers. L'état de surfusion est normal pour l'eau constitutive des nuages et peut s'y prolonger jusqu'à -40°C.

Le refroidissement nocturne

RA : rayonnement atmosphérique
- par ciel clair : de l'ordre de 200 watts/m^2
- par ciel couvert : de l'ordre de 300 watts/m^2

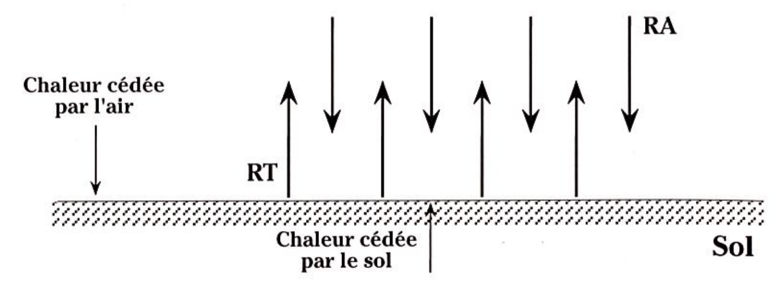
RT : rayonnement terrestre : de l'ordre de 300 watts/m^2

RN : rayonnement net = bilan radiatif = RA - RT
- par ciel clair : de l'ordre de 100 watts/m^2
- par ciel couvert : de l'ordre de 0 watts/m^2

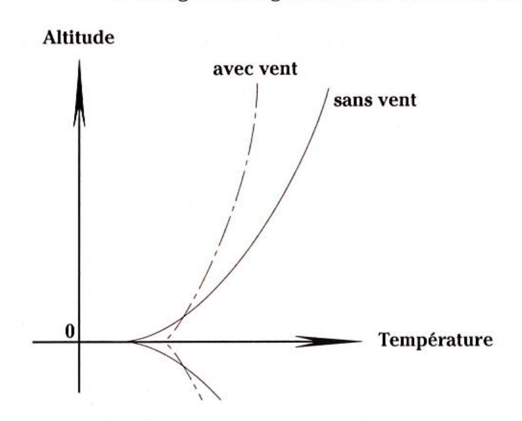
Le refroidissement de la surface du sol est lié aux déperditions d'énergie correspondant au rayonnement terrestre.
L'amplitude de ce refroidissement est limitée par : le rayonnement atmosphérique dont l'importance augmente avec la couverture nuageuse ; le flux de chaleur remontant de la profondeur vers la surface du sol. Cette "compensation" est réduite dans le cas de sols secs, soufflés, enherbés : la mauvaise conduction de la chaleur dans le sol accentue le caractère gélif d'une situation ; le flux de chaleur descendant de l'air vers la surface du sol. Cette "compensation" est d'autant plus importante que l'air est plus agité et plus humide.

Conditions d'aggravation du risque de gel
Ciel clair, absence de vent, air sec, sol sec, sol soufflé, sol enherbé, situation de bas fond.

Conditions de diminution du risque de gel
Ciel couvert, vent, air humide (condensations), sol humide, sol tassé, sol nu, situation de versant.



Echange d'énergie à la surface du sol durant la nuit



Profils de température de nuit

Les secondes proviennent d'un refroidissement par rayonnement ; celui-ci peut superposer ses effets aux premières et être à l'origine de dommages importants. Ce refroidissement, très local, intervient de nuit et résulte du déficit énergétique à la surface du sol ou de la végétation : dans le domaine de l'infrarouge thermique, le sol rayonne davantage d'énergie qu'il n'en reçoit de la voûte céleste ou de la base des nuages. Seules sont affectées les basses couches de l'atmosphère et, au voisinage du sol, s'établissent des gradients thermiques[5] très accusés.

L'analyse fine des mécanismes du refroidissement nocturne a conduit à l'établissement d'un modèle de simulation du phénomène. Celui-ci, à partir de données météorologiques facilement accessibles, recueillies en fin d'après-midi, permet d'estimer les températures minimales qui seront atteintes le lendemain au lever du jour. Dès le début de la soirée, l'exploitant peut donc prendre ses dispositions pour activer, le moment venu, les moyens de lutte antigel dont il peut disposer[6].

[5] Variation de la température lorsque l'altitude augmente. Par nuit claire et sans vent, c'est au sol qu'il fait le plus froid. Sur les 2 premiers mètres le gradient peut être de 1 à 3°C par mètre. (On a pu observer des écarts de 8°C entre le sol et 10 m).

[6] Après un minimum d'adaptation aux singularités locales, le centre départemental de la météorologie nationale de la Marne a fait la preuve de la fiabilité de cet outil de prévision des gelées de printemps dans les conditions de la Champagne viticole.

Peut-on estimer le risque de gel ?

Les producteurs se trouvant, du fait de la concurrence, contraints de réorienter leurs choix vers le plus faible niveau de risque, les estimations des risques gélifs représentent une aide à la décision du plus haut intérêt. Le risque gélif résultant de la combinaison de la probabilité d'occurrence de basses températures et de la probabilité, pour les végétaux concernés, d'avoir atteint un stade leur conférant une sensibilité à ces températures, les estimations imposent d'avoir accumulé des observations, tant climatiques que biologiques, sur de nombreuses années. Pratiquement, l'accès à de telles données est plus difficile qu'on ne le pense généralement. Les observations phénologiques[7] sont rares, discontinues, imprécises et rarement recueillies à proximité immédiate du poste climatique dont on exploite les données. Même si les risques gélifs estimés ne renseignent que sur les risques de perte de récolte et paraissent parfois peu réalistes, de telles estimations n'en conservent pas moins tout leur intérêt en valeurs relatives. Il est ainsi permis de faire ressortir les avantages d'une implantation judicieuse et les risques liés à une précocité de floraison (amandier, abricotier,...) ou à une maturité tardive (kiwi,...).

Il est important de souligner qu'un avantage climatique de 1°C ou un retard de développement de 10 jours, par rapport à une situation et un matériel végétal de référence, réduisent de moitié les risques gélifs au printemps.

[7] Observations des repères visibles de l'évolution d'un végétal avec notation des dates auxquels sont atteints les stades correspondants.

La validité d'une estimation des risques dus au gel, même approximative, est liée au site sur lequel ont été recueillies les données exploitées. Compte tenu de l'extrême sensibilité d'une estimation aux variations des conditions d'environnement, il est difficile d'en fixer la représentativité. Dans le cas des gelées de rayonnement, le recours à l'imagerie provenant de satellites dans l'infrarouge thermique informe sur l'hétérogénéité de répartition des températures de surface. La voie se trouve donc ouverte pour un **zonage des risques de gel**. À l'heure actuelle, la résolution en est, au mieux, de l'ordre du kilomètre carré ; ce qui, dès que le relief est un peu accidenté, est largement insuffisant.

L'accumulation d'observations sur les conséquences d'épisodes gélifs permet par ailleurs de se faire une idée de la nature des facteurs, variétaux ou culturaux, susceptibles d'aggraver ou d'alléger les risques.



Photo : Jean-Marie Chourgnoz.

Lutter contre le gel

L'amplitude des refroidissements hivernaux interdit d'envisager la mise en oeuvre de techniques de lutte active dont l'efficacité serait le plus souvent insuffisante et le prix de revient prohibitif. L'attitude qui s'impose relève de la sagesse la plus élémentaire : adaptation des spéculations aux contraintes climatiques les plus probables et adoption de pratiques culturales susceptibles de limiter ces contraintes (buttage, paillage, ...).

Par contre, le problème des gelées de printemps se pose en des termes très différents puisque certaines techniques de lutte ont fait la preuve de leur efficacité. L'augmentation des coûts de production que suppose leur mise en oeuvre (tant en investissement qu'en fonctionnement) en limite les possibilités d'emploi aux cultures de haute rentabilité et particulièrement à celles protégées de la concurrence par une appellation d'origine (vignoble champenois). Seuls deux systèmes efficaces sont encore assez largement employés : le **chauffage au fuel** et, surtout, **l'aspersion**. Cette dernière technique consiste, lorsque les seuils de sensibilité au froid sont franchis, à projeter de l'eau sur les végétaux à protéger, de manière à entretenir à leur surface la coexistence de glace et d'eau liquide dont la température ne descend donc pas en dessous de 0°C. Les conditions de disponibilité en eau (besoins de l'ordre de 5mm/h) et d'efficacité du matériel étant satisfaites, un mode opératoire assez strict doit être respecté pour éviter l'aggravation d'accidents gélifs, particulièrement lorsque l'air est très sec et le vent assez fort. Des difficultés peuvent apparaître si l'aspersion se prolonge : surcharge de glace qui peut entraîner des bris de branches et engorgements des terres peu drainantes. L'aspersion peut également être employée en protection antigel sur les abris plastiques non chauffés à condition de ne pas se prolonger.

Culture en pépinière

Évocation doit être faite des problèmes particuliers posés par la protection contre le froid en pépinière ornementale hors sol. Le développement de la production de plants en conteneurs expose cette spéculation à des risques gélifs particulièrement élevés du fait de la sensibilité des racines aux basses températures. Une grande diversité de pratiques peut être envisagée pour limiter le refroidissement racinaire : resserrement des plants, isolation thermique des conteneurs, bâchage, transfert sous abris plastiques...

Conclusion

La réalisation progressive du "grand marché européen" rendant chaque jour plus rude la compétition entre bassins de production, les augmentations des coûts de production liés soit à la mise en oeuvre de techniques de lutte antigel, soit au versement de primes d'assurance, seront de moins en moins supportables en agriculture. Les choix agronomiques se feront de plus en plus dans le sens d'un affranchissement à l'égard des contraintes climatiques.

Certes l'adaptation du matériel végétal, l'affinement des méthodes de prévision des gelées, l'amélioration des pratiques de lutte antigel ont encore de beaux jours. Mais la prévision des risques de gel, la cartographie des zones gélives doivent être entreprises ou poursuivies sans retard pour faciliter les révisions d'implantation ou de composition tant du verger fruitier que du vignoble. Les plus "futés" des producteurs ont d'ores et déjà pour objectif le niveau de risque zéro.

Olivier de Villèle
Bioclimatologie - Avignon

Le Point

Rôle des bactéries glaçogènes dans les dégâts dus au gel de printemps

Des bactéries, fréquemment associées aux plantes, peuvent initier la cristallisation de l'eau à des températures de l'ordre de -1°C à -5°C. Des recherches ont été développées afin de déterminer le rôle réel de ces bactéries dans les gelées de printemps.



(Photo 3). Mise en évidence de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* sur feuille de vigne prélevée en Champagne, après réplique du recto et du verso sur un gélose nutritive. Cette bactérie est caractérisée par une phase épiphyte c'est-à-dire qu'elle se développe à la surface des organes aériens de la plante sans dégâts apparents. Photo : Jean-Luc Gaignard.

Des bactéries appartenant à l'espèce *Pseudomonas syringae* et particulièrement au pathovar[1] *syringae,* sont connues pour jouer le rôle de noyaux glaçogènes[2] à des températures négatives proches de 0°C sous certaines conditions *in vitro* (photo 1) et *in situ* (photo 2). *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* est présent en abondance (photo 3) à la surface de nombreuses plantes au printemps. Son implication dans les dégâts de gel a été très vite soupçonnée et confirmée aux États-Unis par des expérimentations menées sur plusieurs espèces végétales[3]. Depuis 1978, un travail a été mené à Angers sur l'implication de cette bactérie dans les dégâts dûs au gel de printemps sur la vigne (photo 4)[4].

Toutes les bactéries n'ont pas cette propriété

La capacité d'initier la transformation d'eau en glace à partir de -1°C est une propriété limitée à un petit groupe de bactéries associées à certaines plantes. À partir d'un échantillon composé de 400 souches de la Collection Française de Bactéries Phytopathogènes, représentatif des différentes espèces bactériennes présentes sur les plantes, il a été mis en évidence que les deux tiers des pathovars de l'espèce *Pseudomonas syringae* et 40% des souches de l'espèce *Pseudomonas viridiflava* provoquaient la prise en glace *in vitro* entre -1°C et -5°C. Quelques souches des espèces *Pseudomonas fluorescens* et *Erwinia herbicola* sont aussi aptes à initier la cristallisation entre -5°C et -8°C [5].

Ces bactéries sont présentes sur les plantes sensibles au gel de printemps

Une analyse qualitative et quantitative de la composition de la microflore bactérienne présente chez la vigne a été réalisée durant plusieurs printemps en Champagne, en Chablis, en Val de Loire, et dans la région de Cognac. *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* est un constituant constant de la microflore et à certaines périodes du printemps, on peut dénombrer jusqu'à un million de *Pseudomonas* par bourgeon ou par jeune feuille. 95% des souches ont présenté une activité glaçogène. Il y a corrélation entre la teneur d'un organe en *Pseudomonas* glaçogène et la température à laquelle intervient la formation en glace du lavat de cet organe [6].

Cette bactérie glaçogène a aussi été isolée chez différents végétaux : poirier, pommier, pêcher, abricotier, kiwi, citrus, forshytia, pois protéagineux...

Recherches sur des plantes en conditions contrôlées

À différents stades phénologiques[7] de la vigne, des plantes en pots avec des niveaux de population de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* contrôlés, ont été soumises à des températures négatives en chambre de refroidissement[8].

Huit expérimentations sur dix ont vérifié l'existence d'une relation entre la teneur du bourgeon en *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* et la température de rupture de surfusion (gel) du bourgeon en place. La variation de température est de l'ordre de 1,5°C pour une baisse des populations bactériennes par organe de l'ordre de 1.000 à 10.000 [9].

Des observations dans le vignoble ont fait supposer que l'état hydrique de la plante influait sur le seuil de gélivité[10]. Des expérimentations ont été conduites sur des plants de vigne en pots avec une population de *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* contrôlée et soumise à deux types de traitement hydrique[11].

L'analyse des résultats de ces expérimentations mène aux conclusions suivantes :

• abstraction faite de l'influence des facteurs physique, biologique ou micro-

[1] pathovar (pv.) : subdivision au sein d'une espèce, caractérisée par un pouvoir pathogène spécifique d'un hôte.

[2] Noyaux glaçogènes : l'eau extra pure peut rester liquide en dessous du point de fusion 0°C, et cela jusqu'à -35°C, -40°C, c'est le phénomène de surfusion. Des noyaux glaçogènes provoquent la rupture de surfusion ou initient la cristallisation ou prise en glace à des températures plus chaudes. Il s'agit par exemple de minéraux dont la configuration cristalline est voisine de celle de la glace : quartz , kaolinite..., ils sont actifs à partir de -7°C, -8°C. Le pouvoir glaçogène de bactéries dès -1°C a été mis en évidence aux USA en 1972. On peut les appeler noyaux glaçogènes ou noyaux glaciogènes.

[3] Lindow S.E., Arny D.C., Barchet W. & Upper C.D., 1977. Leaf surface bacterial ice nuclei as incitants of frost damage to corn and other plants. *Plant Physiol.*, 59, 4.

[4] La Commission Nationale des Calamités Agricoles a décidé de subventionner de 1986 à 1989 les travaux menés au sein d'un groupe "Gelées de printemps et bactéries glaçogènes" rassemblant des chercheurs de la station de Bioclimatologie de Grignon, de la Météorologie Nationale, des physiologistes du CNRS de Meudon, des universitaires de Reims, des professionnels de Champagne et des phytobactériologistes d'Angers.

[5] Paulin J.P. & Luisetti J., 1978. Ice nucleation activity among phytopathogenic bacteria. *Proc. 4th Int. Conf. Plant Path. Bact.*, Angers, France, 1978, 725-731.

[6] Luisetti J. & Gaignard J.L., 1985. Bacterial populations in buds and probability of frost injury on grapevine. *Proc. 6th Int. Conf. Plant Path. Bact.*, Beltsville Maryland, 1985, 983-993.

[7] Chronologie des stades de la vie végétale en relation avec le temps et le climat.

[8] Des plants de vigne, du stade "bourgeon dans le coton, protection cotonneuse bien visible au stade 2-3 feuilles étalées", ont subi un abaissement linéaire de température de 2° par heure à partir de 0°C. Pour chaque bourgeon, le seuil de gélivité a été déterminé *in situ* à l'aide de fins thermocouples et la population bactérienne estimée selon des techniques classiques de microbiologie.

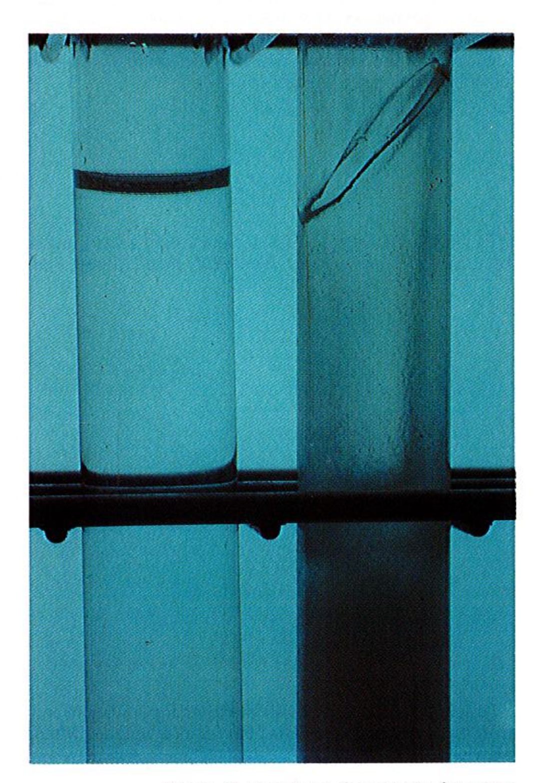
[9] Luisetti J. & Gaignard J.L., 1989. Les bactéries glaçogènes et leur rôle dans les gelées de printemps. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 75, 93-98.

[10] Température à laquelle se produit la rupture de surfusion, c'est-à-dire température de gel. Abaisser de 1°C le seuil de gélivité peut réduire de moitié les dégâts de gel au printemps.

[11] Un premier lot de plantes recevaient la veille du refroidissement une pluie intense et un deuxième lot n'était pas arrosé. Au cours de plusieurs expérimentations rassemblant au total 278 bourgeons, la température de rupture de surfusion a été déterminée *in situ* et la teneur en bactéries glaçogènes estimée pour chacun d'entre eux. Le stade phénologique

[12] Anderson J.A., Asworth E.N., Davis G.A., 1987. Non bacterial ice nucleation in Peach shoots. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 108, 5, 755-759.

[13] À -3°C, au stade "bourgeon dans le coton, protection cotonneuse bien visible", sur les plantes n'ayant pas reçu de pluie la veille du refroidissement, la probabilité de gel des bourgeons présentant en moyenne mille bactéries est de 15%, elle est de 71% pour ceux porteurs en moyenne de 1 million bactéries.



(Photo 1). Expression du pouvoir glaçogène *in vitro* par la cristallisation d'une suspension bactérienne maintenue à des températures de l'ordre de -1° à -5°C. À gauche : eau pure avec bactéries glaçogènes prise en glace, à droite eau pure en état de surfusion à -5°C. Photo : Jean-Luc Gaignard.

biologique, que l'on est en mesure de contrôler, la gélivité du bourgeon est un phénomène aléatoire : certains bourgeons gèlent à -2°C tandis que d'autres peuvent rester en surfusion jusqu'à -5°C. Ceci pose la question de la présence de noyaux de cristallisation non bactériens liés aux tissus. C'est d'ailleurs une hypothèse émise par plusieurs équipes de recherche [12] ;

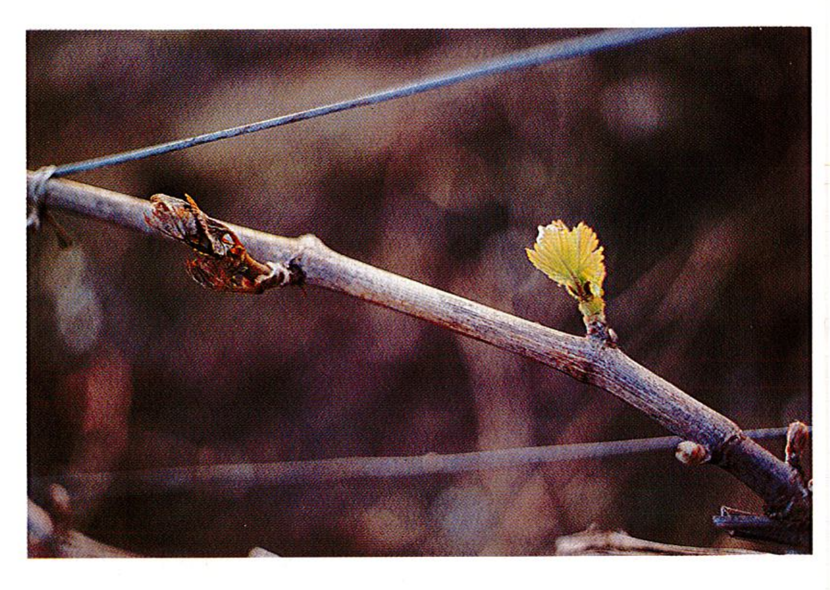
- l'effet de la teneur en *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* est net et indiscutable lorsqu'elle passe d'une teneur de mille à un million de bactéries par bourgeon ; il y a alors élévation de la température moyenne de rupture de surfusion d'environ 1°C et une augmentation significative de la probabilité du gel du bourgeon à une température donnée[13] ;
- le résultat du traitement "pluie" vient confirmer les observations faites par les viticulteurs. Ce traitement accroît considérablement la probabilité de gel du bourgeon et se superpose totalement à l'influence de la teneur en *Pseudomonas*. Il serait intéressant de poursuivre les recherches avec des physiologistes afin d'analyser cette situation ;
- le stade phénologique est, des 3 facteurs étudiés, celui dont on admettait sans réticence une influence sur la gélivité ; c'était d'ailleurs sur cette base qu'avaient été définis les seuls critiques de gélivité de la vigne et de différents arbres fruitiers. Nos résultats montrent que la gélivité augmente avec l'avancement du stade mais que cet effet est limité et reste inférieur à celui de la teneur en *Pseudomonas* ou à celui du traitement "pluie".

A partir de quelques expérimentations menées en parallèle, nous avons observé une légère accentuation de la gélivité par le mouillage quand il a lieu avant et pendant le refroidissement, c'est-à-dire par la présence d'un film ou de gouttelettes d'eau à la surface de la plante.

Expérimentations dans le vignoble

Des observations et des expérimentations ont été réalisées dans des conditions analogues à celles utilisées en conditions contrôlées, durant le printemps 1989, dans le vignoble champenois, conjointement par les bioclimatologistes de Grignon et les microbiologistes d'Angers. La température de rupture de surfusion et la teneur en *Pseudomonas* a été déterminée par bourgeon sur un grand nombre d'organes à des stades phénologiques donnés et dans des conditions climatiques précises.

Une première analyse concluait à une influence modeste des *Pseudomonas* mais soulignait le caractère aléatoire de la rupture de surfusion. Il est maintenant nécessaire d'approfondir l'analyse en développant une approche statistique probabiliste.



(Photo 4). Sarment de vigne après un gel naturel en Champagne, nuit du 27 avril 89. L'analyse à postériori, des populations bactériennes a montré que 95% des bourgeons non gelés présentaient une population glaçogène inférieure à 10^4 bactéries par organe. En revanche, 80% des bourgeons gelés présentaient une population glaçogène supérieure à 10^4 bactéries par organe. Photo : Jean-Luc Gaignard.

Perspectives

Dès 1985, un anticorps monoclonal spécifique de la propriété glaçogène des *Pseudomonas*, a été préparé, en collaboration avec une Société de biotechnologies et avec l'aide de l'ANVAR. L'intérêt de ce réactif destiné à estimer les populations de *Pseudomonas* dans les bourgeons a été confirmé à partir d'échantillons provenant de vignobles champenois au cours de 3 printemps successifs. Il peut être de ce fait à la base d'un système de prévision des risques de gel qui reste à mettre au point mais qui, dans la mesure où l'on est capable de préciser la part de la teneur en *Pseudomonas*, de l'état hydrique de la plante et de son stade phénologique dans la gélivité des bourgeons, peut se révéler fort utile.

Si, et seulement si, une implication des *Pseudomonas* dans la gélivité du bourgeon de vigne est confirmée, on peut espérer ajouter à la panoplie des moyens de lutte antigel, un volet de lutte antibactérienne. Est-ce réellement un espoir démesuré ? Certainement pas, puisque des travaux américains, appuyés par des résultats obtenus sur des modèles herbacés ou ligneux autres que la vigne et montrant une influence significative des *Pseudomonas* dans la gélivité, ont confirmé qu'une réduction des populations bactériennes glaçogènes par des traitements chimiques ou biologiques entraînait une réduction concomitante des dégâts de gel [14].

Notre objectif serait alors de privilégier une forme de lutte biologique mettant en oeuvre dans un premier temps des microorganismes naturels, recensés au sein de la microflore des plantes et qui ont une activité antagoniste à l'égard des *Pseudomonas* glaçogènes. La préparation de germes génétiquement modifiés n'est pas à exclure à moyen terme.

Par ailleurs, le pouvoir glaçogène est un des éléments d'explication du pouvoir pathogène de l'espèce *Pseudomonas syringae*. Sur divers végétaux, pêcher, kiwi, forsythia, poix protéagineux, il a été démontré que la bactérie au cours d'un court refroidissement provoquait la rupture de surfusion entraînant de légers dégâts de gel. La bactérie pénètre ensuite par ces microlésions et entraîne sur ces plantes des dégâts bactériens. Ce n'est pas le cas pour la vigne : *Pseudomonas syringae* n'a jamais été signalé comme pathogène pour les jeunes pousses.

Conclusion

Des bactéries glaçogènes, en particulier *Pseudomonas syringae*, appartiennent à la microflore naturelle épiphyte des plantes et constituent des populations souvent très abondantes au printemps. Les résultats expérimentaux obtenus montrent leur implication dans la gélivité de la vigne. Elles ne peuvent expliquer à elles seules toute la gélivité des plantes ; d'autres facteurs connus (état hydrique de la plante, phénologie) ou inconnus (autres noyaux glaçogènes intrinsèques) peuvent intervenir pour entraîner des dégâts de gel.

Des recherches impliquant des microbiologistes (rôle des *Pseudomonas*) des bioclimatologistes (refroidissement des plantes), des physiologistes (modification de l'état de la plante), des météorologistes (climat) sont encore nécessaires pour tenter de faire la lumière sur ce phénomène complexe qu'est le gel.

J. Luisetti, J.L. Gaignard et M. Devaux
Pathologie végétale et Phytobactériologie, Angers

"Bactérie antigel" : les bactéries de l'espèce *Pseudomonas syringae* naturellement présentes sur les plantes sont pour la plupart glaçogènes. Les américains ont retiré par manipulation génétique le gène *ice* qui code pour la protéine *inaZ* (pour *i*ce *n*ucleation *a*ctivity), ils ont obtenu un mutant, appelé par extrapolation "bactérie antigel". Si ce *Pseudomonas syringae* qui a perdu sa capacité d'induire la prise en glace est apporté artificiellement, il colonise alors la surface de la plante avant que la souche sauvage glaçogène n'ait le temps de se multiplier. Ainsi, le seuil de gélivité de la plante se trouve maintenu à un niveau plus bas.
Dans le domaine des biotechnologies, des travaux portent sur l'utilisation de cette protéine glaçogène, active dès -1°C dans la fabrication de la neige artificielle, dans la congélation des produits.

[14] Lindow S.E., 1983. Methods of preventing frost injury caused by epiphytic ice-nucleation-bacteria. *Plant Dis.*, 67, 3, 327-333.



(Photo 2). Expression du pouvoir glaçogène *in situ* par le développement de dégâts de gel sur des plantes de bactéries glaçogènes et soumises à un refroidissement limité dans le temps et en intensité. À gauche plant de pêcher préalablement pulvérisé avec de l'eau pure, à droite plant pulvérisé avec *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Les plantes ont séjourné 1 heure à -3°C. Seul le pêcher porteur de bactéries est gelé. Photo : Jean-Luc Gaignard.

Dossier

Le blé à l'INRA : recherches et innovations

Le poids économique du blé et sa place dans notre vie quotidienne ne sont plus à démontrer. Symbole de notre alimentation, cette production doit cependant diversifier ses débouchés et rechercher une qualité optimale, adaptée aux technologies de transformation ; symbole de notre paysage agricole, la culture du blé doit aussi être le garant des équilibres biologiques et reposer sur des pratiques culturales respectueuses de l'environnement.
C'est dans ce contexte que s'effectuent les recherches de l'INRA ; biologistes, agronomes, généticiens, biochimistes, technologues, économistes... allient leurs efforts à ceux des professionnels pour assurer à cette production son dynamisme et sa place dans notre environnement socio-économique.


Photo : Gérard Paillard

Dossier réalisé par
Martine Georget (DIC)
avec la collaboration de :

J. Abecassis, J.C. Autran, J. Adda, C. Beranger, G. Branlard, M. Brossard, P. Boissard, B. Cahagnier, N. Cavelier, R. Carles, A. Coleno, P. Colonna, C.A. Dedryver, A. Deshayes, P. Feillet, G. Doussinault, M.F. Gautier, B. Godon, P. Joudrier, H. Lapierre, V. Lullien, J.M. Machet, D. Marion, B. Mary, J.M. Meynard, R. Moletta, F. Nicolas, F. Papy, E. Picard, J.C. Remy, V. Requillard, R. Rivoal, J.C. Tirel, E. Triboi, M. Trouvelot, E. Valschesini

Nouveaux itinéraires techniques

L'agriculteur se trouve aujourd'hui confronté à une double nécessité : assurer la rentabilité de son exploitation tout en mettant en oeuvre des pratiques culturales respectueuses de l'environnement.

C'est ainsi que sont proposés de nouveaux itinéraires techniques. Leur élaboration repose sur une connaissance approfondie des mécanismes d'élaboration des rendements qualitatif et quantitatif, des relations hôte-parasite, de la dispersion des fertilisants et des produits phytosanitaires dans l'environnement, enfin sur l'analyse des conséquences économiques du choix de telle ou telle technique culturale.

Nitrate et pollution

La pollution nitrique d'origine agricole est indéniable. Comment l'expliquer et la prévenir ? Les recherches entreprises sur le cycle de l'azote ont déjà apporté des éléments de réponse et conduit à la préconisation de pratiques culturales, dont il convient néanmoins de soutenir l'effort d'explication et d'application, en liaison avec les instituts techniques. Elles concernent :
- le raisonnement de la fertilisation des cultures par la méthode du bilan prévisionnel d'azote et la détermination d'un fractionnement optimal des apports en fonction de la culture et de la situation pédoclimatique,

- la gestion de l'azote pendant l'interculture par l'installation de cultures dérobées ou encore par une meilleure gestion des résidus de récoltes qui concourent dans les deux cas à bloquer temporairement l'azote soit sous forme d'azote organique végétal, soit sous forme d'azote organique microbien.

Une connaissance plus approfondie des processus impliqués dans le cycle de l'azote est cependant nécessaire. Les chercheurs s'attachent maintenant à modéliser l'évolution de l'azote minéral afin de prévoir les disponibilités instantanées du sol. Les processus de minéralisation, d'organisation, de pertes par voie gazeuse ou lixiviation seront évalués en fonction des caractéristiques microbiologiques et physicochimiques des sols, mais aussi en fonction des facteurs physiques : température, humidité et aération.
Par ailleurs, l'ajustement de la fertilisation suppose de définir, sur des pas de temps courts, les besoins en azote des peuplements cultivés. Une meilleure prévision des flux d'azote suivant l'état de la plante (développement, état nutritionnel) est alors nécessaire.
La gestion de l'azote doit être envisagée à l'échelle du système de culture et intégrer le degré de risque de pollution à court et moyen terme.
Enfin, les résultats obtenus pour la parcelle doivent être transposés et validés pour le bassin d'alimentation en eau. Il s'agit de vérifier que la mise en oeuvre de techniques agricoles correctrices peut effectivement conduire à une diminution de la concentration en nitrate des eaux.

Partenaires : I.T.C.F. - INA-PG - Rothamsted Expérimental Station (GB)

Des parasites sous haute surveillance

De nombreuses maladies ont pu être maîtrisées par l'utilisation des produits phytosanitaires : piétin-verse, rouille, oidium, septoriose. Mais la lutte chimique aussi efficace soit-elle, présente des inconvénients bien connus en terme de coût, d'acquisition possible de résistance du pathogène et de risques pour l'environnement.

L'association d'autres méthodes de lutte : pratiques culturales et sélection de variétés résistantes, nécessite d'approfondir les connaissances sur les relations hôte-parasite : variabilité, nuisibilité, épidémiologie du parasite, expression de la maladie, et sur les effets latéraux des pesticides.
C'est en ce sens que se poursuivent les travaux sur les **rouilles**, et également sur le **piétin-verse** et les **nématodes** pour lesquels des systèmes de lutte intégrée sont expérimentés.

Plus graves sont les problèmes posés par les agents pathogènes pour lesquels aucun moyen de lutte chimique n'existe à ce jour : **piétin-échaudage**, **rhizoctone**, **fusarioses du pied**, **maladies virales**.
Dans le cas des fusarioses et du rhizoctone, les recherches concernent essentiellement l'étude de la variabilité du parasite tandis que pour le piétin-échaudage des essais de lutte intégrée sont réalisés.
Deux types de maladies virales affectent plus ou moins fortement les blés d'hiver en France : les mosaïques et les jaunisses.
Les **virus de la mosaïque du blé** et de la **mosaïque jaune du blé** se maintiennent dans le sol associés à leur vecteur fongique. La **jaunisse nanisante de l'orge**, transmise par pucerons, présente une moindre gravité car la lutte chimique contre les vecteurs est efficace lorsqu'elle est réalisée dans de bonnes conditions. La variabilité des virus et des vecteurs, l'examen des relations vecteur-hôte et virus-hôte sont à l'étude et des sources de résistance à la mosaïque du blé ont pu être mises en évidence. Ces travaux ont également conduit à la commercialisation de kit de diagnostic de la jaunisse nanisante de l'orge et de la mosaïque du blé.
Le souci de limiter les traitements chimiques contre les vecteurs de la jaunisse nanisante de l'orge a suscité des recherches sur la prévision des risques. Un code d'avertissement agricole, combinant les risques d'infestation par les pucerons vecteurs et d'infection des cultures (évaluation de la charge en virus de plantes réservoirs), a été mis au point. Expérimenté en

Une nouvelle maladie du blé

Il s'agit d'une maladie de dégénerescence ; les premières images au microscope électronique permettent de penser que l'on est en présence d'une maladie à mycoplasme. Découverte en 1990, cette maladie grave dans la région Centre et dans l'Est peut nécessiter un retournement des parcelles. Le rôle des cicadelles, en particulier *Psammotettix alienus* dans la vection de l'agent de cette maladie est en cours d'étude.

Voir aussi INRA mensuel p 8.



Culture de *Fusarium roseum*
Photo : I. Vegh

Lutter contre le complexe parasitaire du pied des céréales

Les expérimentations de lutte intégrée sont prometteuses : elles combinent lutte culturale, lutte génétique et lutte chimique. L'apport d'azote ammoniacal diminue la réceptivité du sol au piétin-échaudage par stimulation de la flore antagoniste. L'utilisation d'une lignée tolérante au piétin-échaudage et résistante au piétin-verse, associée à un traitement fongicide des semences permet une réduction significative des attaques de piétin-échaudage et de piétin-verse, voire de rhizoctone.

Télédétection et prévision des risques

La télédétection dans l'infrarouge thermique (IRT) a été expérimentée avec succès pour la détection d'attaque de pietin-verse et du nématode *Heterodera avenae*. La présence du parasite perturbe les échanges d'eau entre le sol et la plante ; il en résulte une modification de température de surface, décelable par des mesures radiométriques dans l'IRT. Cette méthode permet de mettre en évidence les attaques parasitaires avant l'apparition des symptômes visibles.

Estimation du taux de couverture du sol par radiométrie
Le taux de couverture du sol par une culture de blé tendre d'hiver au stade "tige + épi de 1cm" a été estimé à l'aide d'un radiomètre CIMEL opérant dans les bandes SPOT (rouge et infra-rouge proche) d'une manière instantanée et non destructrice. Ce taux de couverture est utilisé par des modèles fournissant la croissance en biomasse, à partir de laquelle on détermine le nombre potentiel d'épis au m^2, qui est la première composante du rendement.

SIMULBLE
Un prototype de ce simulateur de l'élaboration du rendement du blé a été réalisé en 1989. Il permet de simuler, pour une parcelle de caractéristiques connues (sol, histoire culturale), pour un itinéraire technique d'implantation donné (travail du sol, date et densité de semis), et pour différents scénarios climatiques :
- les dates de réalisation des différents stades,
- le rendement potentiel et ses composantes,
- les apports d'azote strictement nécessaires pour atteindre le potentiel,
- les risques de verse et de maladies correspondants.

L'utilisateur peut modifier tout ou partie de la conduite de la culture proposée (doses, dates,...) et/ou entrer les niveaux réels de certaines caractéristiques du peuplement ; le simulateur fournit alors le nouveau rendement, le nouvel itinéraire technique et les niveaux de risques afférents (verse, maladies, azote non valorisé).
Ce logiciel doit être perfectionné, complété (modules "variété", "mauvaises herbes", "qualité" encore absents ; modules "maladies", "azote", à améliorer), testé (confronté à des données expérimentales) et son domaine de validité (actuellement très restreint) étendu aux principales régions céréalières.
L'objectif est de parvenir à un simulateur opérationnel en 1992. Des itinéraires techniques, adaptés à des cahiers des charges variés issus de son fonctionnement, pourront être mis en expérimentation dès l'automne 1991. Son insertion dans un système d'aide à la décision est d'ores et déjà étudiée à partir du prototype.

Photo : R. Bruneau



Bretagne, il est en cours de validation dans d'autres régions.

Le blé, comme la majorité des plantes cultivées, forme des **endomycorhizes**. Ces symbioses jouent un rôle important dans la résistance aux parasites des racines : voici encore une nouvelle piste de recherche pour une protection raisonnée des cultures. Elle dépasse néanmoins ce seul domaine, puisque l'effet bénéfique des mycorhizes est multiple : absorption des substances minérales, résistance au stress hydrique, aux métaux lourds, ...

Partenaires : ICTF, SPV, UNCAA, firmes phytosanitaires, SANOFI, ENSA Rennes, Rothamsted Experimental Station (GB), Université de Louvain-La-Neuve (B), BBA Institüt für Resistenzgenetik Grünbachk (RFA), Université de Halle (RDA).

Les rendements vus du ciel

Est-il possible de prévoir à plus ou moins long terme le rendement des cultures au plan régional ou national ?
La **télédetection** peut y contribuer : en effet, les mesures radiométriques et les images satellitaires sont le reflet du rayonnement réfléchi par un couvert végétal. Or celui-ci est lié à la quantité d'énergie qu'il absorbe et utilise par la photosynthèse. Actuellement, les recherches concernent surtout l'élaboration de référentiels : une discrimination fine des cultures (variétés et dates de semis différentes) à partir de leur profil spectral est en cours de réalisation, ainsi que des modèles d'estimation de la production adaptés à l'utilisation de données satellitaires.

Partenaires : ITCF, Chambres d'Agriculture, LERTS Toulouse, Société CIMEL - CEE - Ispra (IT)

Extensification, intensification ?

Le contexte agricole actuel - réduction des marges /ha et problèmes liés à l'environnement - conduit les chercheurs à envisager l'incidence économique et écologique d'une réduction des charges de production et d'une extensification de la culture.
Des références existent déjà dans différents domaines et permettent d'analyser l'incidence d'une modification de technique culturale (incidence d'une diminution des doses de fertilisants, changement d'une date de semis...). Ces références n'intègrent cependant pas l'interaction de plusieurs modifications.

C'est la raison pour laquelle d'autres modèles ont été élaborés associant l'ensemble des connaissances acquises.
Ainsi, grâce à l'utilisation **de modèles d'élaboration de rendement**, deux itinéraires techniques très contrastés ont pu être réalisés : le premier permet d'atteindre, avec une relative fiabilité, des objectifs de production élevés, proches des potentialités culturales (80 à 95 q/ha). Le second conjugue réduction de l'objectif de rendement et économie d'intrants. Le modèle répartit cette économie, de manière cohérente, sur plusieurs postes de charges (semences, traitements fongicides et régulateurs de croissance, fertilisation azotée), évitant aussi bien les gaspillages que des augmentations de risques inacceptables pour les producteurs. Le test des deux itinéraires en conditions agricoles montre qu'ils permettent d'atteindre des marges brutes équivalentes.
Des recherches sur l'utilisation de variétés de blé en mélange pour limiter l'emploi de fongicides et l'analyse des effets annuels et cumulatifs de systèmes de culture diversement intensifiés sur la flore adventice affineraient encore ces itinéraires techniques.

Par ailleurs, des simulateurs des effets de différents systèmes de culture sur la production et l'environnement sont en cours d'élaboration. C'est notamment le cas de SIMULBLE.

Partenaires : INA-PG, ITCF, Chambres d'Agriculture, Agricultural Research Service de Temple - USDA (USA).

Compétitivité et coût de production

La connaissance des coûts de production du blé tendre est encore très insuffisante en Europe. Le Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) de la CEE recueillent des résultats globaux qui permettent de connaitre le niveau des revenus agricoles et leur évolution dans les principales catégories d'entreprises. Mais les résultats économiques des principales cultures ne sont pas relevés.

Force est alors de recourir à des estimations indirectes. L'utilisation d'une méthodologie particulière, s'apparentant à une régression linéaire multiple, permet de calculer des marges brutes et des coûts de production à l'hectare de blé tendre, puis des coûts de production du quintal produit. Le rôle du facteur monétaire et le poids des différents éléments de charge ont été examinés en relation avec la variation des rendements physiques. Une analyse comparative des coûts de production du blé tendre en Europe a ainsi été réalisée pour les années 1983 à 1986. Les développements en cours concernent les effets d'échelle et les économies d'échelle, les variations régionales des coûts de production , les effets de substitution entre produits de grande culture et enfin la relation prix-coût, quand la rémunération du travail familial est paramétrée.

Partenaire : INSEE.



Blé tendre - variété Renan
Photo : C. Slagmulder

L'innovation génétique

La sélection du blé après hybridation date tout juste d'un siècle. Dans le même temps, les rendements moyens sont passés de 15 à 65 q/ha et la création variétale a joué un rôle de premier plan. Mais les objectifs de sélection comme les méthodes d'amélioration ont évolué. Qu'en est-il aujourd'hui ?

Quelle stratégie ?

La sélection généalogique, si elle est conduite trop longtemps, entraine une perte de **variabilité** car le nombre de parents utilisés à chaque cycle de sélection est limité ; elle sacrifie le progrès à long terme à la création variétale immédiate.

La **sélection récurrente** offre au sélectionneur la possibilité de mieux gérer cette variabilité. Cette méthode est basée sur la gestion de populations dans lesquelles de nombreux parents, retenus sur la base d'un taux de sélection modéré, sont intercroisés. A chaque cycle de croisements, par autofécondation et sélection, ces populations peuvent servir à la création variétale.

Renan : une nouvelle variété pour améliorer la qualité et diminuer les intrants

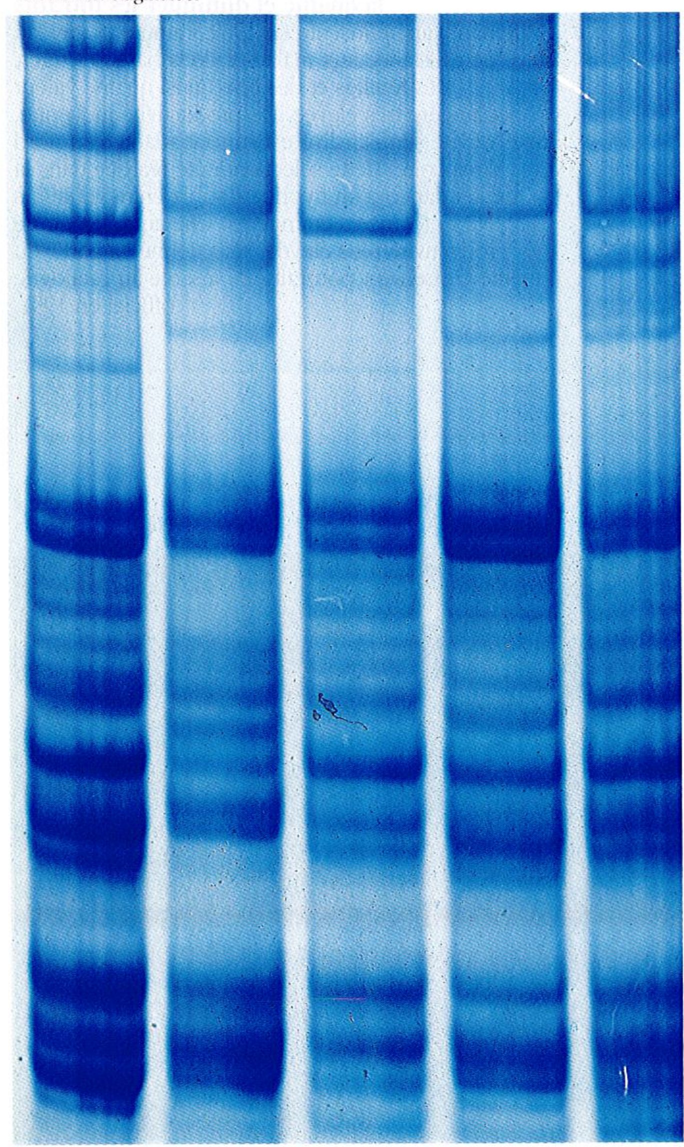
Renan, variété inscrite en 1989, cumule un niveau élevé de résistance aux maladies de la base des tiges, des feuilles et des épis, ainsi qu'une valeur boulangère très élevée. De productivité moyenne, cette variété semi-tardive est surtout adaptée au nord de la Loire. Cette sélection a été réalisée dans la descendance d'un hybride double entre géniteurs INRA et variétés étrangères. Une autre lignée de productivité plus élevée, sélectionnée à partir du même croisement pourrait être inscrite au catalogue officiel en 1991.

Essais variétaux
Photo : M. Gosselin



Marquage moléculaire du génome du blé
Une sonde d'ADN (courte séquence d'ADN marquée) peut s'hybrider d'une manière spécifique avec de l'ADN génomique de deux lignées génétiquement différentes ; un marquage moléculaire est ainsi possible. L'ADN est coupé par une enzyme de restriction, purifié et soumis à l'électrophorèse pour être hybridé avec la sonde. Pour certaines de ces sondes, un polymorphisme de l'ADN peut être repéré à l'intérieur de l'espèce et cette technique appelé "RFLP" (Restriction Fragment Length Polymorphism) doit permettre un marquage dense du génome et la mise en évidence de liaison avec des gènes à effet qualitatif ou quantitatif.
Cet outil moléculaire permettra une meilleure connaissance des gènes et de leur fonctionnement et donc une plus grande efficacité de la sélection.

Electrophorèse des gliadines.
Photo : C. Slagmulder



Par ailleurs, grâce aux outils de la **biochimie et de la biologie moléculaire**, il devient possible d'analyser de manière très fine le génome et de structurer la variabilité génétique, ce qui permettra une meilleure utilisation et une meilleure gestion à long terme du matériel génétique.

Enfin, même si aujourd'hui aucune méthode de **transfert de gène** chez le blé n'est encore totalement au point, différentes pistes sont étudiées. En particulier, l'utilisation de la phase haploïde lors de la formation des grains de pollen et des ovules est envisagée pour pratiquer des transformations génétiques, soit en culture de microspores isolées, soit au cours de la fécondation.

Créé à l'initiative du Bureau des Ressources Génétiques, le "Centre Français de Ressources Génétiques des Céréales" contribuera également au maintien de la diversité génétique. Il devrait regrouper les laboratoires de recherche fondamentale, l'enseignement, les instituts techniques, les sélectionneurs privés et les autres partenaires de la filière.

Raccourcir le temps de sélection est désormais possible grâce à la culture *in vitro* d'ovules ou de grains de pollen. Elle conduit rapidement, après doublement du stock chromosomique, à des individus totalement homozygotes qui offrent la possibilité d'étudier les produits directs des méïoses. Ces haploïdes doublés peuvent être utilisés comme géniteurs dans les plans de croisement ultérieurs et permettent de juger de l'aptitude des parents à donner, en descendance, une variabilité génétique large.

Par ailleurs, la mise au point de **critères de sélection biochimiques ou moléculaires** comme par exemple la présence de certaines gluténines ou gliadines dans le grain de blé permet de prédire très tôt en sélection la valeur d'utilisation des variétés sans que l'influence du milieu ne vienne compliquer l'interprétation du résultat.

Quels objectifs ?

Si le rôle de l'INRA est avant tout d'élaborer des stratégies d'amélioration mises à la disposition des sélectionneurs, une activité de création de matériel végétal, géniteurs principalement et variétés, est également poursuivie.

La résistance aux fluctuations climatiques et aux maladies est sans cesse améliorée et constitue sans nulle doute un des objectifs prioritaires de la sélection. Mais ce sont aussi le développement de nouvelles technologies de panification ou de pastification et la diversification des utilisations industrielles qui conduisent à élargir la gamme des caractéristiques variétales. La variété Renan en est un bon exemple.

Partenaires : GIE Blé dur, Club des 5, ITCF, CNRS, Université Paris XI, Hybriblé, Bureau des Ressources Génétiques, Organismes de recherche publics étrangers.

La qualité technologique des blés

De la qualité de la matière première dépend la qualité du produit fini. Ainsi, la connaissance précise des constituants du grain de blé responsables de sa qualité technologique, la définition de leurs déterminants génétiques et le rôle des paramètres agro-climatiques constituent des clés indispensables à l'ensemble des agents de la filière : sélectionneurs, agriculteurs et transformateurs.

Des travaux déjà anciens ont montré l'importance des protéines du gluten -gliadines et gluténines- ainsi que certaines enzymes et lipides, dans l'aptitude des blés à être transformés en pain ou en pâtes. Dans le premier cas, on recherche une farine qui, en présence d'eau, forme une pâte capable de retenir le gaz carbonique produit par les levures lors de la fermentation. Dans le second cas, la pâte doit être capable d'emprisonner les granules d'amidon lors de leur gélification, afin d'éviter les pertes à la cuisson et le "collant". Ces qualités dépendent de l'aptitude des molécules du gluten à former des complexes : leur faculté d'agrégation conditionne l'extensibilité et l'élasticité de la pâte.

Les protéines interviennent par leur nature - déterminée par la variété utilisée - et par leur quantité relative - liée aux conditions de cultures.

Structure liquide cristalline de type hexagonale adoptée par les lipides membranaires dans la farine de blé tendre. (x 100 000).
Photo : D. Marion



Un catalogue des gluténines de haut poids moléculaire des blés *(Triticum aestivum - T.durum)*

Ce catalogue décrit la diversité biochimique et génétique des sous-unités gluténines (HPM) de plus de 1500 blés tendres et durs d'origines très diversifiées. L'ensemble doit permettre au sélectionneur d'opérer des choix de géniteurs, de faire des classifications et des comparaisons.

De nouveaux gènes de la qualité ont été clonés

Après avoir montré l'importance des CM protéines dans l'état de surface des pâtes alimentaires, des clones d'ADNc codant pour les CM2, CM3 et CM16 protéines ont été isolés et séquencés. La structure primaire de ces protéines a ainsi pu être établie. Ces résultats vont permettre des études sur les relations structure-fonction, notamment par des techniques de mutagenèse dirigée. De plus, à l'aide de vecteurs d'expression, il est possible de produire ces protéines chez *E.Coli.* Ce résultat est d'ores et déjà obtenu pour la CM16 protéine du blé dur.

Les molécules et les gènes de la qualité

Des **techniques de séparation et de dosage** de plus en plus performantes, corrélées à des microtests rhéologiques mesurant extensibilité et élasticité de la pâte, permettent d'appréhender finement nature, teneur et rôle fonctionnel de ces protéines.
Ainsi, les techniques de séparation par chromatographie "haute performance" (HPLC) ne détruisent pas les complexes formés et permettent donc d'analyser la manière dont les molécules sont associées. L'exploration des superstructures lipoprotéiques de type membranaire au moyen de méthodes physiques (RMN) débute, de même que l'approche immunochimique en vue du microdosage spécifique de certaines protéines.

L'examen du rôle **des gluténines de haut poids moléculaire (HPM) et de faible poids moléculaire (FPM)** de blé tendre se poursuit. L'accent est mis sur les gluténines FPM et **les complexes lipoprotéiques** ; l'extensibilité de la pâte semble en effet très liée à ces complexes.
Concernant le blé dur, on s'intéresse davantage aux **gluténines FPM** dont le rôle fonctionnel (propriétés viscoélastiques du gluten) semble mieux établi que celui des gamma-gliadines qui ne seraient en fait qu'un marqueur génétique de cette fonctionnalité, et aux **CM protéines** (protéines de faible poids moléculaire riches en soufre et solubles dans le Chloroforme/Méthanol).

En complément de ces travaux, le **clonage, l'isolement, le séquençage des gènes "de la qualité"** sont réalisés (gènes de structure et gènes de régulation). Jusqu'à maintenant, les recherches ont surtout porté sur le contrôle génétique de la composition en gluténines HPM. Trois loci sont responsables de leur synthèse. Quatre nouveaux allèles pour le blé tendre et quatre autres pour le blé dur viennent d'être découverts. La connaissance de ces allèles est utile pour l'identification des blés (en complément du polymorphisme des gliadines) et pour la réalisation de croisements en vue d'améliorer la qualité ; rappelons qu'il s'agit de gènes à effets majeurs qui peuvent être utilisés en sélection. L'isolement des gènes codant pour les glu-

ténines FPM et les CM protéines dans le cas du blé dur est également en cours de réalisation.

Partenaires : ITCF, Universités Paris VI, Paris XI, Perpignan, Montpellier, Clermont-Ferrand, ENSA Montpellier, GIE Club des 5, GIE Blé Dur, Ets Roquette, Champagne Céréales, BSN, Panzani, Du Pont de Nemours, Orsan, Institut de Céréaliculture - Milan (IT), Université de Milan (IT), Universités de Viterbo et de Barcelone (ES), AFRC : Rothamsted-Norwich-Long Ashton (GB), PBI (GB), Laboratory of government chemists (GB), LSB - Washingthon (USA), Station de Gembloux (B).

Sol, climat et qualité

Comment s'élabore le rendement qualitatif du blé ? Quelles sont les phases de développement essentielles, quels sont les facteurs limitants et à quel moment sont-ils vraiment critiques ?

La réponse à ces questions devrait permettre une maîtrise optimale de l'alimentation minérale et hydrique des cultures et son adéquation à la qualité recherchée.

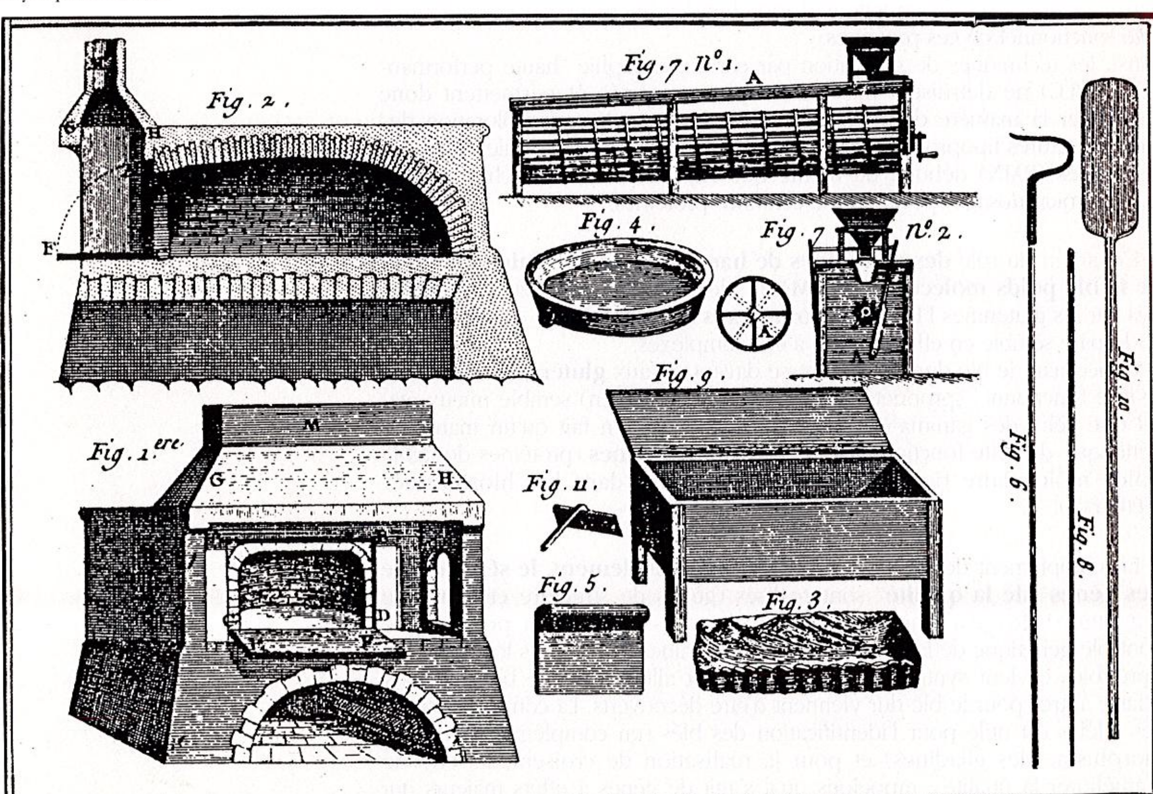
Ce sont aussi des modèles de simulation d'élaboration de rendements qui découlent de ces travaux d'écophysiologie et qui servent "d'aide à la décision" dans le choix des variétés en fonction de l'implantation géographique de la culture et selon les objectifs qualitatifs et quantitatifs préalablement fixés.

L'effet des différents facteurs du milieu nutritionnel et climatique sur la vitesse et la durée de remplissage du grain - donc sur l'élaboration du rendement quantitatif - a déjà été analysé, en complément de l'effet variétal.

C'est maintenant le déterminisme de la nature et des quantités relatives des différentes protéines de réserve qui est recherché ; leur taux relatif d'accumulation et les remaniements biochimiques des différents constituants du grain qui interviennent pendant la période de maturation et de déssication conditionnent en effet la qualité du blé.

Partenaires : ITCF, CETA, Chambres d'Agriculture, Coopératives agricoles, INA-PG

Encyclopédie Diderot



Transformation des blés

La production française de blé tendre ne cesse de croître alors que son utilisation par les industries de cuisson se maintient à peu près au même niveau. Les exportations se développent mais la concurrence internationale est de plus en plus vive.

Dans ce contexte, il est donc indispensable d'accroître la qualité des blés destinés à la panification, de maîtriser au plan technique comme économique les débouchés traditionnels, mais aussi de rechercher d'autres utilisations industrielles. C'est ainsi que ce sont engagées les recherches pour la valorisation du gluten et de l'amidon.

Dans le même temps, afin de conforter le marché du blé dur, de nombreux travaux concourant à une plus grande maîtrise des techniques de pastification ont été développés en relation étroite avec les industriels concernés.

Le pain : comment se développe son arôme ?

Quelques 200 composés volatils contribuent à l'arôme du pain ; un quart environ ont été identifiés. On considère que c'est au moment de la fermentation qu'ils se développent. Il serait alors possible d'améliorer la qualité aromatique d'un pain par sélection des souches de levures les plus aptes à produire ces molécules odorantes.

Mais qu'en est-il réellement ? La comparaison des profils chromatographiques de pâte fermentée ou non a mis en évidence des variations de certains composés (acétoïne, méthyl-2 et méthyl-3 butanol-1, 2 phényléthanol) ; en revanche, les mêmes analyses réalisées sur la mie de pain fermentée et non fermentée (levures inhibées) ne révèlent pas de différences significatives, ce qui infirmerait donc le rôle dévolu aux fermentations quant à la formation de la flaveur de la mie. Mais une augmentation de la teneur en sucres fermentescibles et acides aminés libres dans la pâte, par le biais d'activités enzymatiques controlées, pourrait renforcer la production d'arômes dans la mie de pain : tel est l'axe de recherche actuellement poursuivi, ainsi que la sélection des souches les plus performantes (étude de la levure *Saccharomyces cerevisiae* S 47).

Partenaires : Pain-Jacquet - Lesaffre

Les pâtes alimentaires : derniers progrès technologiques

L'introduction des hautes températures dans le séchage des pâtes alimentaires a représenté une percée technologique importante.

La prochaine étape sera l'optimisation globale des diagrammes et des matériels de séchage, grâce à la modélisation simultanée des transferts d'eau pendant le séchage, des défauts de fissuration et de la qualité des produits finis : couleur et qualité culinaire.

Le rapide développement industriel de cette technologie a ouvert de nouveaux champs d'investigation. Elle entraine en premier lieu une évolution des critères de sélection : tout en maintenant la qualité de base actuelle, les sélectionneurs devront s'efforcer d'améliorer la présentation (coloration, résistance à la moucheture...). De plus, la fabrication de pâtes alimentaires à partir d'autres matières premières que le blé dur (maïs...) est désormais possible et expérimentée dans les pays tropicaux où il n'est pas cultivé. Enfin, une méthode de dosage du blé tendre dans les produits séchés à très haute température, en cours d'élaboration au plan européen, permettra de garantir au consommateur la nature des matières premières utilisées.

Axe de recherche le plus récent, la mise en forme des pâtes alimentaires est étudiée dans le cadre du programme "Aliment 2000". L'objectif est de prévoir la transformation physique et chimique des constituants de la pâte au cours de l'extrusion. A terme, ces travaux devraient permettre le développement d' extrudeurs plus performants et la conduite automatisée des lignes de production des pâtes alimentaires.

Partenaires : Ministère de l'Agriculture, CEE-BCR, CIRAD-IRAT, ITCF, SIFPAF, CFSI, Université Montpellier II, ENSIA, Ecole des Mines, AFREM Ingénierie.

Le séchage à très haute température des pâtes alimentaires

Le séchage à très haute température (70 à 100°) se traduit par des effets différents selon l'humidité à laquelle les hautes températures sont appliquées. En début de séchage (à humidité élevée), elles entrainent uniquement une amélioration de la couleur par une inactivation des enzymes qui détruisent les pigments jaunes et développent le brunissement. Appliquées en fin de séchage (à faible humidité), une nuance rouge peut apparaître mais la qualité culinaire du produit fini est améliorée par induction d'un réseau protéique stable sans que l'amidon ne soit dégradé. Le séchage à très haute température connait un développement important en France et dans le monde.

Photo : Gérard Paillard



Diversifier les débouchés agroindustriels

• Fractionnement du blé : quelles nouvelles perspectives ?

D'ores et déjà, la séparation du gluten et de l'amidon est réalisé industriellement.

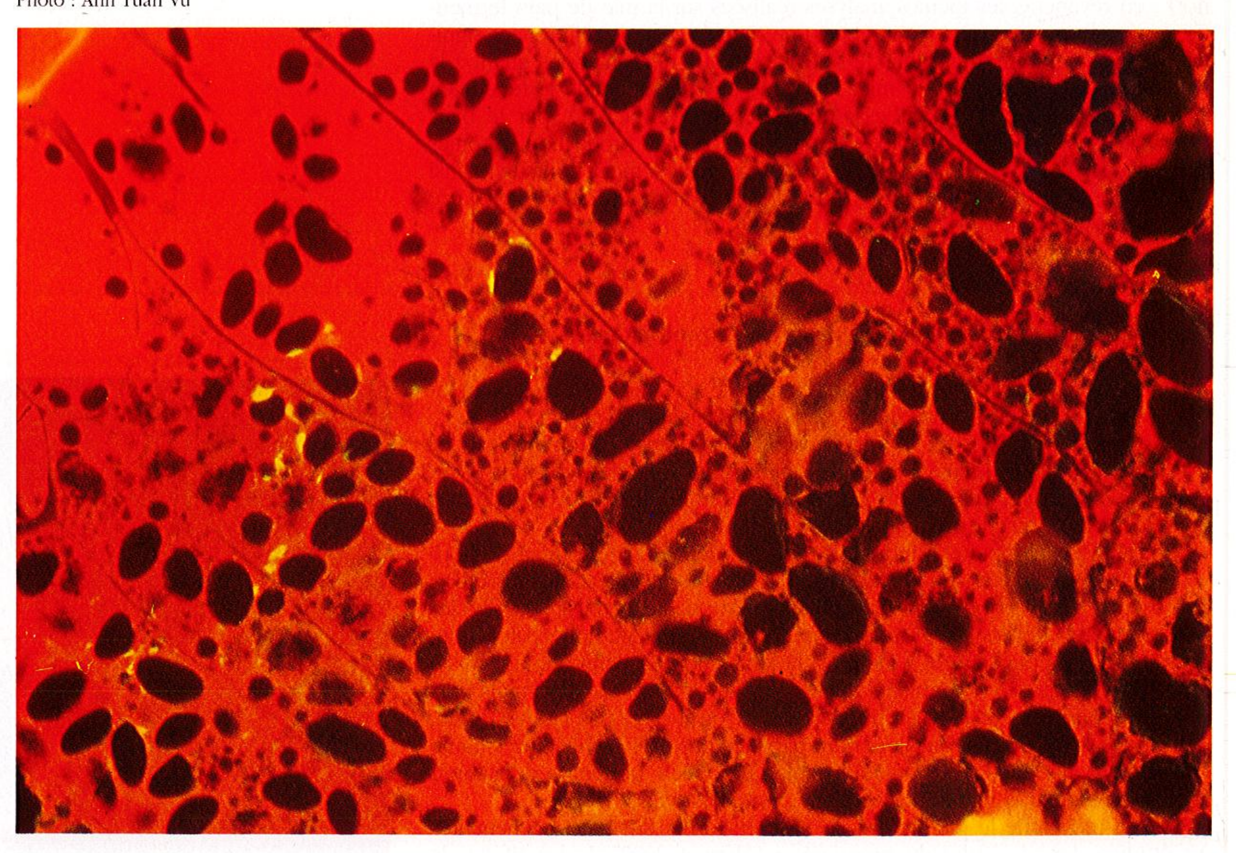
Le gluten sert principalement à renforcer les farines et l'installation pilote INRA d'extraction de gluten en échelle réduite a permis de quantifier les paramètres intervenant dans le rendement glutenier, de classer les variétés de blés selon leurs aptitudes gluténières (teneur et qualité des protéines) et de tester les variétés nouvelles.

Mais la situation du marché du gluten ces dernières années implique de développer des applications industrielles autres que celles des industries de cuisson.

Par modification physico-chimique des protéines, il est possible de changer radicalement les propriétés d'utilisation des produits fabriqués : ainsi, après désamidation chimique, les protéines du gluten deviennent solubles dans l'eau, ce qui leur confère de nouvelles propriétés autorisant son emploi dans la formation et la stabilisation d'émulsion et de mousses.

D'autres voies de recherche s'ouvrent sur l'utilisation d'enzymes modifiant spécifiquement les protéines du gluten (taille, charge...). L'obtention de peptides possédant des propriétés tensioactives, filmogènes, gelifiantes, voire pharmacologiques, sont autant de possibilités qui élargissent l'utilisation du gluten à d'autres fins que la biscuiterie et la panification, et lui ouvre les marchés de l'agroalimentaire : charcuterie (rétention d'eau et de matières grasses), industries des crèmes glacées, des boissons pour les sportifs, ...

Grain de blé en fluorescence : gliadines fluorescentes, grains d'amidon ronds ou ovales.
Photo : Anh Tuan Vu



L'amidon, quant à lui, est utilisé à l'état natif dans des applications alimentaires et dans les industries des colles et du papier. Les traitements d'hydrolyse et d'isomérisation l'ont également fait entrer sur le marché des substances sucrantes, en concurrence avec le saccharose et ses dérivés.

Mais la production de petites molécules par fermentation (antibiotiques, acides aminés, biopolymères), l'emploi de l'amidon comme additif alimentaire après modification de ses propriétés fonctionnelles (par traitement phy-

sique ou chimique), enfin son utilisation en matériau d'emballage, après incorporation dans des matières thermoplastiques, sont autant de voies de diversification prometteuses.

• Blé et bioéthanol

Techniquement, la production d'éthanol à partir de blé (grains ou pailles) ne pose pas de problème. Pour augmenter sa rentabilité, diverses voies sont ouvertes comme la mise au point de traitements simples qui permettraient d'éviter les étapes de mouture, d'empesage ou d'hydrolyse des procédés classiques, ou la recherche de possibilités de valorisation des composés protéiques des drèches de distillation.

Ce sont aussi des travaux de microbiologie qui pourraient conduire à une réduction des coûts de production : l'utilisation de levures (*Pachysolen tanophilus, Pichia stipitis, Candida shehatae*), dont on a mis récemment en évidence leur capacité à convertir le xylose (qui représente 25 % des sucres de la paille de blé) en éthanol permet d'augmenter de 35% le rendement global de la conversion alcoolique des lignocelluloses du blé. Les conditions optimales de fermentation sont maintenant recherchées (quantité d'oxygène à transférer, concentration initiale en substrat), toujours en utilisant un milieu modèle et un hydrolysat réel de paille de blé.

• Diversification : quelles contraintes économiques ?

La maîtrise technique d'un nouveau débouché pour le blé ne saurait suffir à son développement industriel : l'examen de sa faisabilité économique est indispensable.

Un premier niveau d'étude concerne l'entreprise : ainsi, dans le cadre des nouvelles utilisations des protéines du blé, une analyse des capacités des entreprises du secteur agro-alimentaire à adopter des innovations technologiques est en cours de réalisation.

Des analyses macro-économiques sont en outre poursuivies ; deux secteurs ont retenus l'attention des chercheurs : l'utilisation de l'amidon de blé et la production de bioéthanol.

Quelle concurrence entre céréales et betteraves sur le marché des sucres et de leurs dérivés ? L'objectif est d'évaluer les effets engendrés par des évolutions potentielles de la règlementation dans le sens d'une libéralisation de ces secteurs et d'analyser l'intérêt des schémas de transformation conduisant à la production de nombreux co-produits destinés tant aux marchés alimentaires que non-alimentaires.

Quel intérêt public pour la production d'éthanol ? On sait en effet que, compte-tenu des prix des produits agricoles dans la CEE, elle n'est possible sans l'intervention de la puissance publique. En fait, une telle production n'est économiquement intéressante que lorsque le prix mondial des céréales est faible et le prix du pétrole élevé. L'analyse est poursuivie dans le cadre des propositions Mc Sharry pour une aide aux productions non alimentaires. Elle est développée à l'échelle régionale pour prendre en compte la diversité des situations de production.

L'analyse des marchés de diversification ne doit pas faire oublier les marchés traditionnels du blé, tenus d'évoluer en fonction des nouvelles contraintes de marché. Une typologie d'entreprises des organismes collecteurs et des meuniers devrait ainsi permettre une meilleure connaissance, en terme de segmentation, de l'offre et de la demande, particulièrement en ce qui concerne la qualité des produits.

Partenaires : Etablissements Roquette, Teustar Aquitaine, Les Grands Moulins de Paris, la Féculerie Coopérative de Vic sur Aisne, Champagne Céréales, la Générale des Farines France, Du Pont de Nemours, SOPRA, Unimie, ITCF, coopératives agricoles, CNRS Toulouse, ENS Paris, Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, Université Montpellier II, IFR Norwier (GB), AFRC Bristol (GB), Zentral Institut für Ernährung Potsdam (RDA), Université Laval (Québec).

Laboratoires INRA travaillant sur le blé

Station d'agronomie - Lille
Station d'agronomie - Toulouse
Station d'agronomie et mycologie - Clermont-Ferrand
Laboratoire d'agronomie - INRA-INA-PG - Grignon
Station de recherches grandes cultures - Colmar
Station de bioclimatologie - Grignon
Station de bioclimatologie - Avignon
Station d'amélioration des plantes - Clermont-Ferrand
Station d'amélioration des plantes - Montpellier
Station d'amélioration des plantes - INRA-ENSA - Rennes - Le Rheu
Laboratoire d'amélioration des plantes - INRA-ENSA - Toulouse
Station de génétique et d'amélioration des plantes - Dijon
Station de génétique et d'amélioration des plantes - Lille
Station de génétique et d'amélioration des plantes - Versailles
Groupement d'intérêt scientifique - Moulon - INRA-CNRS-Université Paris XI-INA-PG - Gif s/Yvette
Station de pathologie végétale - Versailles
Station de pathologie végétale - INRA-ENSA- Rennes - Le Rheu
Laboratoire de recherches de la chaire de pathologie végétale - INRA-INA-PG-Grignon
Station de recherches de zoologie - Versailles
Laboratoire de recherches de la chaire de zoologie-INRA-ENSA- Rennes
Service de recherches intégrées sur les productions végétales et la protection des plantes - SRIV -Unités de Rennes et de Versailles
Laboratoire d'étude des protéines - Versailles
Laboratoire de biochimie et de technologie des protéines -Nantes
Laboratoire de microbiologie et technologie céréalière - Nantes
Laboratoire de technologie appliquée à la nutrition - Nantes
Laboratoire de technologies des céréales - Montpellier
Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement des IAA - Narbonne
Station d'économie et de sociologie rurale - Toulouse
Station d'économie et de sociologies rurales - INRA-INA-PG -Grignon
Unité de recherches sur les systèmes agraires et le développement - Paris-Grignon
Laboratoire d'économie et de sociologie rurale - Ivry

Domaines et stations expérimentales INRA

Domaine expérimental d'Epoisses - Dijon
Domaine expérimental de Melgueil -Montpellier
Domaine expérimental de Rennes - Le Rheu
Domaine expérimental de Versailles
Domaine expérimental de St Paul - Avignon
Domaine expérimental de Bourg-Lastic et de Crouelle - Clermont-Ferrand
Domaine expérimental de Toulouse
Service d'expérimentation de Colmar

GEVES : Groupement d'études des variétés et des semences

Abréviations : CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement - CETA : Centre d'Etudes Techniques Agricoles - CFSI : Comité Français de la Semoulerie Industrielle - CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique - ENS : Ecole Nationale Supérieure - ENSA : Ecole Nationale Supérieure Agronomique - ENSIA : Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires - INA-PG : Institut National Agronomique-Paris Grignon - INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques - ITCF : Institut Technique des Céréales et des Fourrages - IRAT : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières - LERTS : Laboratoire d'Etude et de Recherche en Télédetection Spatiale - SPV : Service de la Protection des Végétaux - Ministère de l'Agriculture - UNCAA : Union Nationale des Coopératives Agricoles d'Approvisionnement - SIFPAF : Syndicat des Industriels Fabricants de Pâtes Alimentaires Français.

